

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

Características electromiográficas y kinesiógráficas de una población española con oclusión ideal

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

Bárbara Campillo González

Directores

**María Concepción Martín Álvaro
José Antonio Alarcón Pérez**

Madrid, 2016

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

**CARACTERÍSTICAS ELECTROMIOGRÁFICAS
Y KINESIOGRÁFICAS DE UNA POBLACIÓN
ESPAÑOLA CON OCLUSIÓN IDEAL**

DIRECTORES:

**MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍN ÁLVARO
JOSÉ ANTONIO ALARCÓN PÉREZ**

**BÁRBARA CAMPILLO GONZÁLEZ
MADRID, 2015**

D.^a María Concepción Martín Álvaro, Profesora Contratada Doctor del Departamento de Estomatología IV de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid,

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación titulado “CARACTERÍSTICAS ELECTROMIOGRÁFICAS Y KINESIOGRÁFICAS DE UNA POBLACIÓN ESPAÑOLA CON OCLUSIÓN IDEAL” ha sido realizado bajo mi dirección por D.^a Bárbara Campillo González y reúne, en mi criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctora en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid.

Madrid, 26 de Octubre de 2015

Prof.^a. Dra. D.^a María Concepción Martín Álvaro
DIRECTORA DE TESIS

D. José Antonio Alarcón Pérez, Profesor Asociado del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Granada,

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación titulado “CARACTERÍSTICAS ELECTROMIOGRÁFICAS Y KINESIOGRÁFICAS DE UNA POBLACIÓN ESPAÑOLA CON OCLUSIÓN IDEAL” ha sido realizado bajo mi dirección por D.^a Bárbara Campillo González y reúne, en mi criterio, los requisitos y méritos suficientes para optar, mediante el mismo, al grado de Doctora en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid.

Granada, 26 de Octubre de 2015

Prof. Dr. D. José Antonio Alarcón Pérez
DIRECTOR DE TESIS

*A mis padres, José Luis e Isabel,
por su amor y apoyo inquebrantables,
por ser el mejor ejemplo y el pilar fundamental en mi vida.*

*A Alberto,
por estar a mi lado en este largo proceso,
por darme la ilusión y ser mi compañero de viaje.*

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la **Dra. D.^a María Concepción Martín Álvaro**, a quien tuve la suerte de tener como profesora en tercero de licenciatura, mi primer contacto con la Ortodoncia y una de las artífices de que despertara en mí la vocación por esta ciencia y arte. Como directora de tesis, te agradezco el haberme guiado en este estudio, tu generosa dedicación, asesoramiento y apoyo. Gracias, Conchita.

Gracias al **Dr. D. José Antonio Alarcón Pérez**, por haber completado la ardua tarea de ser mi director de tesis, por su inestimable aportación científica, su atención prestada y sus metódicos consejos, indispensables para realizar esta investigación.

Gracias al **Dr. D. Juan Carlos Palma Fernández**, por haberme iniciado en esta línea de investigación y por todo lo que ha hecho por mi formación.

Gracias a **D.^a M.^a Carmen Moreno**, por su importante colaboración durante la toma de registros.

Gracias a toda la gente que me ha animado a completar este largo proceso y me ha dado fuerzas, aun cuando éstas flaqueaban. Gracias, Silvia, mi compañera en el máster, por tus siempre cálidas palabras de ánimo. Gracias, Isabel, por compartir tantos consejos y opiniones. Gracias, Conchi, por acompañarme con tu amistad en mis años de formación. Gracias a todos los profesores del Máster de Ortodoncia de la U.C.M. que me han transmitido algo de sus conocimientos y me han ayudado a llegar hasta aquí.

Gracias a mi familia: mis abuelos que se han ido, Abu, José Luis, Isabel, Jimena, Pitu, Pablo. Sin vuestro apoyo no hubiese podido. Gracias a la persona más importante, que ha visto crecer este trabajo: gracias, Alberto.

ÍNDICE

RESUMEN *Pág.1*

ABSTRACT *Pág.7*

I. JUSTIFICACIÓN *Pág.13*

II. INTRODUCCIÓN *Pág.17*

II.1. OCLUSIÓN IDEAL *Pág.18*

II.1.1. CONCEPTO ESTÁTICO *Pág.18*

II.1.2. CONCEPTO DINÁMICO *Pág.27*

II.2. ESTUDIO DE LA MUSCULATURA CRÁNEO-MANDIBULAR *Pág.28*

II.2.1. FIBRA MUSCULAR *Pág.28*

II.2.1.1. Características estructurales *Pág.28*

II.2.1.2. Características histoquímicas *Pág.33*

II.2.2. INERVACIÓN DE LOS MÚSCULOS CRÁNEO-MANDIBULARES *Pág.35*

II.2.3. LA CONTRACCIÓN MUSCULAR *Pág.37*

II.2.4. ANATOMÍA FUNCIONAL DE LOS MÚSCULOS MASTICATORIOS *Pág.42*

II.3. MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR Y DE LA POSICIÓN MANDIBULAR. ELECTROMIOGRAFÍA Y KINESIOGRAFÍA *Pág.51*

II.3.1. ELECTROMIOGRAFÍA *Pág.51*

II.3.1.1. Definición *Pág.51*

II.3.1.2. Parámetros electromiográficos: potencial de unidad motora *Pág.52*

II.3.1.3. Aparatos de registro electromiográfico *Pág.56*

II.3.1.4. Análisis objetivo y cuantificación de la Electromiografía *Pág.61*

II.3.1.5. Relación tensión muscular – Electromiografía *Pág.62*

II.3.1.6. Aplicaciones de la Electromiografía *Pág.64*

II.3.2. KINESIOGRAFÍA *Pág.66*

II.3.2.1. Definición *Pág.66*

II.3.2.2. Sistemas de registro kinesiográfico *Pág.67*

II.3.2.3. Registros kinesiográficos y sus aplicaciones *Pág.68*

II.4. RELACIÓN OCLUSIÓN-ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR *Pág.70*

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO *Pág.76*

IV. OBJETIVOS *Pág.78*

V. MATERIAL Y MÉTODO *Pág.80*

V.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO *Pág.83*

V.2. DISEÑO EXPERIMENTAL *Pág.85*

V.3. ESTUDIO CLÍNICO *Pág.85*

V.3.1. HISTORIA CLÍNICA *Pág.85*

V.3.2. EXPLORACIÓN CLÍNICA *Pág.86*

V.3.3. MODELOS DE ESTUDIO *Pág.86*

V.3.4. FOTOGRAFÍAS *Pág.87*

V.4. ESTUDIO RADIOGRÁFICO Y CEFALOMÉTRICO *Pág.89*

V.4.1. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA *Pág.89*

V.4.2. TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO *Pág.90*

V.4.3. ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO *Pág.90*

V.5. ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO *Pág.91*

V.5.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO *Pág.91*

V.5.2. VARIABLES RESPUESTA *Pág.94*

V.5.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN EMG *Pág.98*

V.5.3.1. Calibración *Pág.98*

V.5.3.2. Colocación de los electrodos *Pág.99*

V.5.3.3. Mediciones *Pág.102*

V.5.3.4. Reproducibilidad de los registros *Pág.107*

V.6. ESTUDIO KINESIOGRÁFICO *Pág.108*

V.6.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO *Pág.108*

V.6.2. VARIABLES RESPUESTA *Pág.109*

V.6.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN KINESIOGRÁFICA *Pág.111*

V.6.3.1. Colocación del imán *Pág.111*

V.6.3.2. Colocación del arco facial *Pág.112*

V.6.3.3. Comprobación de la alineación *Pág.113*

V.6.3.4. Mediciones *Pág.113*

V.6.3.5. Reproducibilidad de los registros *Pág.119*

V.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS *Pág.119*

VI. RESULTADOS *Pág.121*

VI.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA *Pág.124*

VI.2. ELECTROMIOGRAFÍA *Pág.125*

VI.2.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS *Pág.125*

VI.2.2. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG) *Pág.126*

VI.2.2.1. Reposo *Pág.130*

VI.2.2.2. Deglución *Pág.133*

VI.2.2.3. Masticación *Pág.136*

VI.2.2.4. Máximo apretamiento voluntario *Pág.139*

VI.2.3. ÍNDICES DE ASIMETRÍA *Pág.142*

VI.2.3.1. Reposo *Pág.144*

VI.2.3.2. Máximo apretamiento voluntario *Pág.147*

VI.2.4. ÍNDICES DE ACTIVIDAD *Pág.151*

VI.2.4.1. Reposo *Pág.153*

VI.2.4.2. Máximo apretamiento voluntario *Pág.155*

VI.2.5. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANT. EN MÁX. APRETAMIENTO *Pág.158*

VI.2.6. ÍNDICES DE TORQUE *Pág.162*

VI.2.6.1. Reposo *Pág.164*

VI.2.6.2. Máximo apretamiento voluntario *Pág.166*

VI.3. KINESIOGRAFÍA *Pág.168*

VI.3.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS *Pág.168*

VI.3.2. REGISTROS KINESIOGRÁFICOS *Pág.169*

VI.3.2.1. Máxima apertura-cierre mandibular *Pág.171*

VI.3.2.1.1. Máxima apertura (movimiento vertical) *Pág.171*

VI.3.2.1.2. Máxima desviación lateral (cierre) *Pág.171*

VI.3.2.2. Protrusiva *Pág.172*

VI.3.2.3. Lateralidad derecha *Pág.172*

VI.3.2.4. Lateralidad izquierda *Pág.172*

VI.3.2.5. Reposo mandibular *Pág.173*

VI.3.2.5.1. Espacio libre vertical *Pág.173*

VI.3.2.5.2. Movimiento lateral *Pág.173*

VI.3.2.6. Deglución *Pág.174*

VII. DISCUSIÓN *Pág.175*

VII.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA *Pág.177*

VII.1.1. TÉCNICA DE MUESTREO *Pág.177*

VII.1.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA *Pág.178*

VII.1.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN *Pág.180*

VII.2. SELECCIÓN DE LA TÉCNICA *Pág.184*

VII.2.1. ELECTROMIOGRAFÍA *Pág.184*

VII.2.2. KINESIOGRAFÍA *Pág.187*

VII.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS *Pág.190*

VII.3.1. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG) *Pág.190*

VII.3.1.1. Reposo *Pág.190*

VII.3.1.2. Deglución *Pág.193*

VII.3.1.3. Masticación *Pág.194*

VII.3.1.4. Máximo apretamiento voluntario *Pág.197*

VII.3.2. ÍNDICES DE ASIMETRÍA *Pág.204*

VII.3.3. ÍNDICES DE ACTIVIDAD *Pág.207*

VII.3.4. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANT. EN MÁX. APRETAM. *Pág.208*

VII.3.5. ÍNDICES DE TORQUE *Pág.210*

VII.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS KINESIOGRÁFICOS *Pág.212*

VII.4.1. MÁXIMA APERTURA-CIERRE MANDIBULAR *Pág.212*

VII.4.2. PROTRUSIVA *Pág.215*

VII.4.3. LATERALIDAD DERECHA *Pág.216*

VII.4.4. LATERALIDAD IZQUIERDA *Pág.216*

VII.4.5. REPOSO MANDIBULAR *Pág.218*

VII.4.6. DEGLUCIÓN *Pág.219*

VIII. CONCLUSIONES *Pág.221*

IX. BIBLIOGRAFÍA *Pág.224*

RESUMEN

CARACTERÍSTICAS ELECTROMIOGRÁFICAS Y KINESIOGRÁFICAS DE UNA POBLACIÓN ESPAÑOLA CON OCLUSIÓN IDEAL

Introducción

Tradicionalmente, la alteración de las características neuromusculares de un paciente se ha considerado como un posible factor etiológico o agravante de una maloclusión, debido a que los diferentes patrones de actividad muscular pueden modificar las relaciones estructurales y de crecimiento de la mandíbula con el maxilar. Además, numerosos estudios han confirmado que una maloclusión podría alterar la actividad funcional del paciente, de tal manera que, uno de los objetivos del tratamiento ortodóncico sería proporcionar una adecuada normalidad de las características neuromusculares del paciente a través de la corrección de su maloclusión.

Actualmente, las técnicas de electromiografía (EMG) y kinesiografía permiten estudiar cuantitativamente la actividad muscular y los movimientos mandibulares de los pacientes en unas condiciones fisiológicas normales, tanto estáticas como dinámicas.

Para poder identificar la anormalidad neuromuscular es necesario previamente tener sistematizados unos valores de normalidad que puedan servir como criterios de referencia para poder reconocer y cuantificar las alteraciones funcionales neuromusculares. Según nuestro conocimiento, existe una falta de estudios sobre la población española en condiciones de normalidad fisiológica que proporcionen unos parámetros de referencia sobre la actividad, simetría y patrones de actividad muscular, así como de los rangos normales de amplitud de los movimientos mandibulares. De igual manera, también existe controversia en los diferentes estudios realizados sobre el dimorfismo sexual observado en estas funciones neuromusculares.

Objetivos

1. Describir la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios en una población de adultos jóvenes españoles, con una oclusión estática y dinámica ideal, durante el reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento voluntario.
2. Cuantificar las diferencias entre los músculos del lado derecho e izquierdo mediante los índices de asimetría, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario.
3. Comparar cuantitativamente la contribución relativa del masetero y del temporal anterior en cada sujeto, mediante los índices de actividad, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario, y mediante el ratio masetero/temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario.
4. Estudiar la presencia de cuplas entre los músculos masetero y temporal anterior, que laterodesvíen la mandíbula, mediante los índices de torque, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario.
5. Describir los parámetros kinesiográficos de los movimientos mandibulares durante la máxima apertura-cierre, movimientos bordeantes excursivos (protrusiva y lateralidades), posición de reposo mandibular y deglución, en esta misma población con oclusión ideal.
6. Comparar las diferencias entre hombres y mujeres en todos los parámetros electromiográficos y kinesiográficos analizados.

Material y método

La muestra de este estudio está compuesta por 39 sujetos de raza caucásica (17 hombres y 22 mujeres), de edades comprendidas entre los 20 y los 38 años, seleccionados de entre los alumnos y profesorado de Odontología y de Medicina de la U.C.M.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: adultos jóvenes de raza caucásica, presencia de clase I molar y canina bilateral, resalte y sobremordida de 2-4 mm, ausencia de mordida cruzada anterior o lateral, buen alineamiento de las

arcadas dentarias y clase I esquelética. Como criterios de exclusión fueron considerados: ausencia o pérdida dentaria (a excepción de los cordales), signos o síntomas de disfunción cráneo-mandibular, hábitos parafuncionales (bruxismo), asimetría esquelética o desviación funcional mandibular, caries o enfermedad periodontal, deslizamiento entre relación céntrica y máxima intercuspidadación mayor o igual a 1,5 mm, tratamiento ortodóncico previo o actual, enfermedad sistémica y la toma de medicación de forma crónica.

En la EMG de superficie se analizaron los músculos temporal anterior (TA), masetero medial (MM), temporal posterior (TP) y digástrico anterior (DA) de ambos lados, en las funciones de reposo, deglución y masticación. En la función de máximo apretamiento voluntario se analizaron los músculos TA y MM bilaterales.

En la kinesiografía se midieron los siguientes parámetros: amplitud del movimiento mandibular durante la máxima apertura-cierre (movimiento vertical y desviación lateral), protrusiva, lateralidad derecha e izquierda, y la posición mandibular durante el reposo (espacio libre vertical y movimiento lateral) y la deglución.

Se calculó la media y el intervalo de confianza para la media al 95% (límite inferior/límite superior) de cada variable numérica. Se procedió a la comparación entre sexos mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes o mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, según la normalidad obtenida, determinándose el nivel de significación estadística en el 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

En el reposo, se observa un cierto grado de tono muscular basal, siendo el TP el principal músculo posicionador mandibular. En la deglución el músculo más activo es el DA. Durante la masticación, la mayor participación muscular es del MM y TA, pero con diferencias entre sexos. El MM muestra una mayor activación

en el grupo de hombres (de manera significativa el MM derecho y de manera no significativa el MM izquierdo). El TA de ambos lados muestra mayor actividad en el grupo de mujeres, pero de manera no significativa. Exactamente el mismo dimorfismo sexual se observa durante el máximo apretamiento voluntario para los músculos MM y TA, llegando a superar los 200 μ V de potencial EMG.

Los Índices de Asimetría Total son del 20% en reposo y del 6% en máximo apretamiento, no encontrándose diferencias significativas entre sexos. Sólo el Índice de Asimetría del MM durante el máximo apretamiento fue significativamente mayor en mujeres (12%) que en hombres (6%).

El Índice de Actividad en reposo muestra que existe una clara predominancia del TA sobre el MM en todos los sujetos. El Índice de Actividad y el Ratio MM/TA durante el máximo apretamiento muestran que la actividad del MM y TA están bastante equilibradas, sin embargo la contribución relativa de cada músculo es significativamente diferente entre los sexos. En el grupo de hombres la actividad del MM es la predominante sobre el TA, mientras que en el de las mujeres esta relación se invierte y el TA es más activo que el MM, tanto para el lado derecho como para el izquierdo en cada sujeto en el máximo apretamiento.

Los Índices de Torque son del 19% en reposo y del 4% en máximo apretamiento, no encontrándose diferencias significativas entre sexos.

Todos los parámetros kinesiógráficos estudiados fueron similares en el grupo de hombres y de mujeres, obteniendo los siguientes valores medios: 37,4 mm para el movimiento vertical y 3,2 mm de desviación lateral en el cierre durante la máxima apertura-cierre mandibular, 8,4 mm para la protrusiva y 7,5 mm para ambas lateralidades. En el reposo mandibular, 1,4 mm para el espacio libre vertical y movimiento lateral casi imperceptible. Todos los sujetos de nuestro estudio muestran un patrón de deglución adulta.

Conclusiones

1. Los valores electromiográficos y kinesiográficos descritos en el presente estudio sobre adultos jóvenes con oclusión ideal, pueden considerarse valores de referencia normativos en población española.

2. Durante el reposo se observa actividad muscular, con predominio del temporal posterior, que actúa como principal músculo posicionador de la mandíbula.

3. Se aprecia un cierto grado de asimetría entre los músculos del lado derecho e izquierdo, que puede considerarse fisiológico y compatible con la normalidad. Los músculos masetero y temporal anterior se comportan de manera más asimétrica durante el reposo que durante el máximo apretamiento.

4. Durante el reposo predomina la actividad del músculo temporal anterior sobre la del masetero. Durante el máximo apretamiento voluntario la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior varía en función del sexo: en hombres predomina la actividad del masetero y en mujeres la del temporal anterior.

5. Los índices de torque indican la existencia de una leve cupla entre los músculos masetero y temporal anterior de ambos lados. Este efecto es mayor en reposo que en máximo apretamiento.

6. Para la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios analizados, se rechaza la hipótesis nula planteada, ya que, aunque en reposo y deglución no se observan diferencias entre sexos, a medida que aumenta el nivel de actividad muscular (masticación y máximo apretamiento), sí existe dimorfismo sexual, apreciándose una mayor actividad muscular del masetero derecho en los hombres que en las mujeres.

7. Con respecto a los parámetros kinesiográficos, se acepta la hipótesis nula planteada, ya que no se observa dimorfismo sexual durante los movimientos mandibulares estudiados.

ABSTRACT

ELECTROMYOGRAPHIC AND KINESIOGRAPHIC FEATURES OF A SPANISH POPULATION WITH IDEAL OCCLUSION

Introduction

Traditionally, impaired neuromuscular characteristics of a patient have been considered as a possible causative or aggravating factor of malocclusion, because different patterns of muscle activity could modify structural and growth relationships of the mandible with the upper jaw. In addition, numerous studies have confirmed that a malocclusion could alter the functional activity of a patient. Therefore, one of the objectives of orthodontic therapy would be to provide an adequate normal neuromuscular environment through the correction of the malocclusion.

Currently, the techniques of electromyography (EMG) and kinesiography allow quantitative study of the muscle activity and jaw movements in a patient, both during static and dynamic normal physiological conditions.

In order to identify the neuromuscular abnormality, it is necessary to have systematized normal values which could serve as a reference to recognize and quantify functional neuromuscular disorders. To our knowledge, there is a lack of studies on the Spanish population during normal physiological conditions to provide some reference values of activity, symmetry and patterns of muscle activity and normal ranges of amplitude of jaw movements. Similarly, there is also controversy on the sexual dimorphism observed in these neuromuscular functions.

Objectives

1. To describe the electromyographic activity of the masticatory muscles in a Spanish population of young adults, with a perfect static and dynamic occlusion, during rest, swallowing, chewing and maximal voluntary clenching.

2. To quantify the differences between muscles of the right and left side by means of the asymmetry indices, during rest and maximal voluntary clenching.

3. To quantitatively compare the relative contribution of the masseter and anterior temporalis in each subject, by means of the activity indices, during rest and maximal voluntary clenching, and by means of the masseter/anterior temporalis ratio during maximal voluntary clenching.

4. To study the presence of couples between the masseter and anterior temporalis which laterally deviate jaw, by means of the torque indices, during rest and maximal voluntary clenching.

5. To describe the kinesiographic parameters of the jaw movements during the maximum opening-closing movement, the excursive border movements (protrusion and laterotrusion), mandibular rest position and swallowing, in the same population with ideal occlusion.

6. To compare the differences between men and women in all electromyographic and kinesiographic parameters analyzed.

Materials and methods

The study sample consisted of 39 Caucasian subjects (17 men and 22 women), aged between 20 and 38, selected from among healthy dental and medicine students and faculty of the UCM.

Inclusion criteria were: young Caucasian adults, presence of bilateral Angle Class I molar and canine relationship, overjet and overbite ranging from 2 to 4 mm, no anterior or lateral crossbite, well-aligned dental arches and skeletal class I. The following exclusion criteria were considered: absence or tooth loss (excluding third molars), signs or symptoms of temporomandibular disorder, parafunctional habits (bruxism), skeletal asymmetry or functional mandibular shift, caries or periodontal disease, sliding between centric relation and maximal intercuspation no greater than 1.5 mm, prior or current orthodontic treatment, systemic disease and medication.

Bilateral surface EMG of the anterior temporalis (AT), medial masseter (MM), posterior temporalis (PT) and anterior digastric (AD) muscles, during rest, swallowing and chewing were analyzed. During maximal voluntary clenching, MM and AT muscles were analyzed.

The following kinesiographic parameters were measured: amplitude of mandibular movement during the maximum opening-closing movement (vertical movement and lateral deviation), protrusion, right and left laterotrusion, and the mandibular rest position (vertical freeway space and lateral shift) and swallowing.

Means and 95% confidence intervals (lower limit/upper limit) were calculated for each numeric variable. After establishing the normal distribution of the variables, data were compared between sexes by using t-test for independent samples and nonparametric Mann-Whitney test as corresponded. Significance was set at the 5% level ($p \leq 0.05$).

Results

At rest, a certain degree of basal muscle tone was observed, with the PT muscle as the main jaw postural muscle. During swallowing, the most active muscle was the AD. During mastication, the MM and AT showed the greatest values, but with differences between sexes. Significant difference was found in right MM with higher values in men's group. The left MM also showed greater values in men but no significant difference was found. The right and left AT were more active in women's group, but no significant difference was found. Exactly the same sexual dimorphism was observed during maximal voluntary clenching for MM and AT. The EMG potential exceeded 200 μ V for all muscles in maximum effort.

The Total Asymmetry Indices were 20% at rest and 6% in maximal voluntary clenching. No significant differences between sexes were found, except for the MM

asymmetry index in maximal voluntary clenching, which was significantly higher in women (12%) than men (6%).

At rest, Activity Index showed that there was a high predominance of the AT over the MM in all subjects. During the maximal voluntary clenching, Activity Index and the MM/AT ratio showed that the activity of MM and AT was balanced, though the relative contribution of each muscle was significantly different between sexes. In men's group MM activity was predominant over AT, while in women's this relationship was reversed and the AT was more active than the MM. This muscle prevalence was observed both right and left sides in each subject during the maximal voluntary clenching.

Torque Indices were 19% at rest and 4% in maximal voluntary clenching, with no significant differences between sexes.

All kinesiographic parameters studied were similar between men and women, with the following mean values: 37.4 mm of vertical movement and 3.2 mm of lateral deviation during maximum jaw opening-closing movement, 8.4 mm of protrusion and 7.5 mm for both right and left laterotrusion. At rest, 1.4mm for the vertical freeway space and almost imperceptible lateral shift were observed. All subjects of our study showed an adult swallowing pattern.

Conclusions

1. Electromyographic and kinesiographic values described in this study of young adults with ideal occlusion can be considered normative reference values in Spanish population.
2. At rest, some muscle activity is observed, with a predominance of the posterior temporalis, which acts as the main postural jaw muscle.
3. A certain degree of asymmetry is observed between the right and left side muscles, which can be considered compatible with physiological

normality. At rest, the masseter and anterior temporalis behave more asymmetrically than during the maximal voluntary clenching.

4. At rest, anterior temporalis muscle is more active than masseter. During maximal voluntary clenching, activity of the masseter and anterior temporalis varies by sex: men show a higher activity of the masseter and the anterior temporalis is the predominant muscle in women's group.

5. Torque indices indicate the existence of a slight couple between the masseter and anterior temporal from both sides. This effect is greater at rest than in maximal voluntary clenching.

6. For the electromyographic activity of the masticatory muscles, the null hypothesis is rejected because, although during rest position and swallowing there are no gender differences, as the level of muscle activity increases (during chewing and maximal clenching), sexual dimorphism does exist, appreciating more right masseter muscle activity in men than in women.

7. With respect to kinesiographic parameters, the null hypothesis is accepted, since no sexual dimorphism is observed during any of the jaw movements studied.

I. JUSTIFICACIÓN

El odontólogo en general y sobre todo aquellos que profundicen en el campo de la Ortodoncia, deben saber identificar las características funcionales del sistema estomatognático. Los músculos se insertan directamente a la mandíbula, y en algunos casos, indirectamente; sus fuerzas contráctiles y patrones de actividad pueden modificar las relaciones estructurales y de crecimiento de la mandíbula con el maxilar. Así pues, aunque la maloclusión original puede ser el resultado de un patrón hereditario, es agravada o iniciada por un mal funcionamiento muscular.

Como muestran la mayoría de estudios, existe una correlación entre el comportamiento neuromuscular funcional y un cierto patrón craneofacial. El conocimiento de este hecho ayudaría a profundizar en la imbricación de los factores etiológicos que intervienen en la génesis de las dismorfosis, así como a la realización de un correcto diagnóstico, plan de tratamiento, y cómo no, un favorable pronóstico, eliminando los factores de riesgo de futuras recidivas.

Para el ortodoncista es primordial conocer las características neuromusculares de los músculos masticatorios y el patrón de los movimientos funcionales mandibulares de tal manera que el diagnóstico de cualquier alteración de éstos puede llevar a la decisión de instaurar un tratamiento ortodóncico precoz en un paciente, o a elaborar un adecuado pronóstico del problema. El comportamiento neuromuscular de un paciente tiene mucha importancia en el desarrollo de la maloclusión hasta tal punto que un mal control de las alteraciones funcionales a veces hace fracasar el resultado de un tratamiento ortodóncico, produciéndose una recidiva de la maloclusión una vez acabado el tratamiento.

De la misma manera, también parece producirse una relación inversa entre maloclusión y las alteraciones neuromusculares de un sujeto. Una maloclusión

podría etiológicamente alterar la actividad neuromuscular del paciente, de tal manera que, uno de los objetivos del tratamiento ortodóncico sería proporcionar una adecuada normalidad de las características neuromusculares del paciente a través de la corrección de su maloclusión.

Actualmente, las técnicas de electromiografía (EMG) y kinesiografía permiten estudiar cuantitativamente la actividad muscular y los movimientos mandibulares de los pacientes en unas condiciones fisiológicas normales, tanto estáticas como dinámicas. Estas técnicas ayudan al ortodoncista a establecer un correcto diagnóstico de las alteraciones neuromusculares de sus pacientes e incluso a verificar si los resultados de nuestros tratamientos conllevan una normalización de las características neuromusculares del paciente una vez corregida su maloclusión.

A su vez, gracias al biofeed-back, se utiliza la EMG para el control del aprendizaje y rehabilitación neuromuscular en maloclusiones que presentan un alto grado de alteraciones funcionales, de cara a eliminar este gran factor causante de las recidivas.

Para poder reconocer las alteraciones neuromusculares en nuestros pacientes, necesitamos sistematizar previamente las características de normalidad desde el punto de vista electromiográfico y kinesiográfico. Estos valores servirán como criterios de referencia para poder no sólo identificar, sino también cuantificar las desviaciones de la normalidad.

A pesar de ello, en la revisión de la literatura realizada en nuestra investigación sobre las características neuromusculares de sujetos con oclusión ideal, no hemos encontrado ningún estudio que haya publicado unos parámetros fiables de unos valores de la actividad muscular y del movimiento mandibular que puedan ser considerados normales o ideales, para poder tomarlos como referencia en sujetos de la población española. A su vez, a nivel internacional

también existen pocos trabajos que publiquen valores de actividad neuromuscular sobre población normal o ideal.

Por todo lo anterior, hemos considerado de gran interés la realización de una investigación sobre las características neuromusculares y los movimientos mandibulares de una muestra de población española con oclusión ideal.

Este proyecto se engloba dentro de una línea de investigación sobre características neuromusculares, llevada a cabo en el Departamento de Estomatología IV de la Facultad de Odontología de la U.C.M., donde se han realizado estudios electromiográficos y kinesiográficos de poblaciones en crecimiento.

II. INTRODUCCIÓN

II.1. OCLUSIÓN IDEAL

II.1.1. CONCEPTO ESTÁTICO

El primer autor en proporcionar una clasificación mundialmente aceptada de las maloclusiones fue ANGLE (1899), introduciendo la “*clase I de Angle*” como el concepto de “*normalidad oclusal*”, convirtiéndose en el objetivo hacia donde todos los ortodoncistas debían dirigir su tratamiento. Sin embargo, esta clasificación no contemplaba el aspecto transversal ni vertical de las maloclusiones, sino sólo el sagital.

Para considerar la oclusión ideal, hemos tenido en cuenta las “**Seis llaves de la oclusión normal**” descritas por ANDREWS (1972). Este autor, basándose en el estudio de 120 modelos de sujetos que no habían recibido tratamiento ortodóncico y que podían ser considerados con una “buena apariencia dentaria”, con una mordida en principio correcta y que no se beneficiarían de un tratamiento ortodóncico según su criterio, estableció unos parámetros de normalidad oclusal.

Se consideraron seis las características o llaves de normalidad, siendo estas seis llaves indispensables para que el sujeto presentase una oclusión ideal; de tal manera que, todos los sujetos de su estudio presentaban estas seis características y la falta de sólo una de ellas haría predecir una oclusión no completamente correcta en un paciente tratado con ortodoncia.

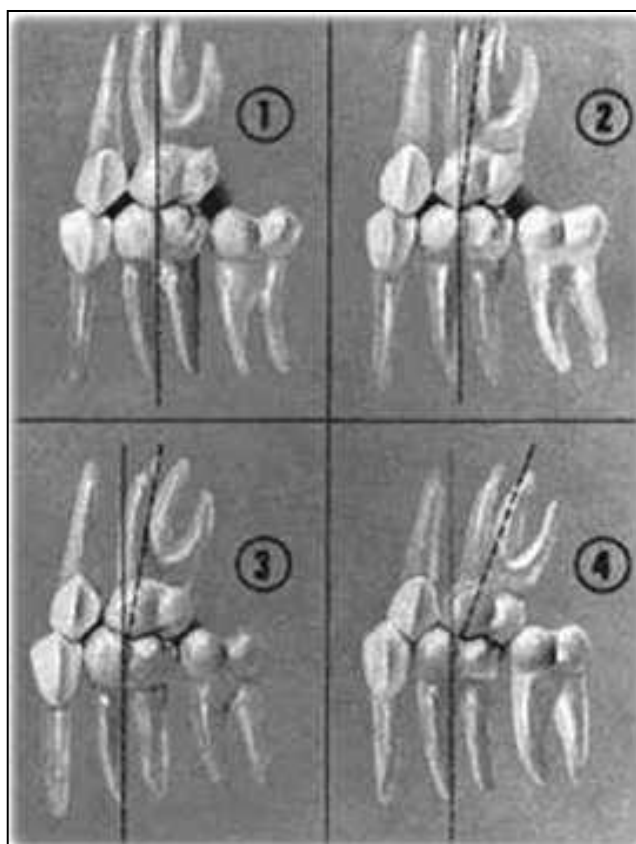
Las seis llaves de la oclusión normal de ANDREWS (1972) son:

Llave 1. Relación molar

La relación de Clase I de Angle (la cúspide mesio-vestibular del primer molar superior ocluye en el surco mesio-vestibular del primer molar inferior) puede ser insuficiente para establecer una oclusión normal en sentido sagital, como demuestra la Figura 1.1.

La primera llave de la oclusión normal de ANDREWS (1972) describe que la relación molar correcta se establece cuando la vertiente distal de la cúspide disto-vestibular del primer molar superior ocluye con la vertiente mesial de la cúspide mesio-vestibular del segundo molar inferior (Figura 1.4).

Figura 1. 1, relación molar incorrecta. 2, relación molar mejorada. 3, relación molar más mejorada. 4, relación molar correcta. (ANDREWS, 1972)



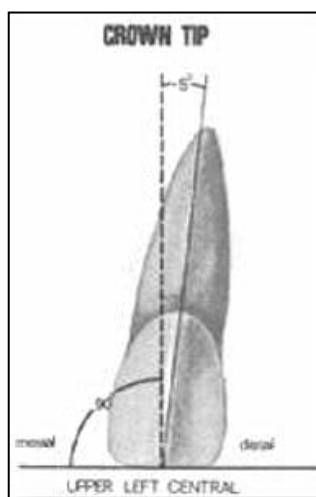
Llave 2. Angulación mesio-distal de las coronas (*tip*)

La angulación mesio-distal de las coronas o *tip*, se mide por el ángulo formado entre el eje longitudinal de la corona dentaria y la perpendicular al plano oclusal, pudiendo tener valor positivo, cuando la porción gingival de la corona está más a distal que la porción incisal, o valor negativo, cuando la porción gingival de la corona se encuentra más a mesial que la porción incisal.

La segunda llave de la oclusión normal de ANDREWS (1972) establece que, para todos los dientes, la porción gingival de la corona se sitúa más a distal que la porción incisal (*tip* positivo) (Figura 2). Esta inclinación varía según cada tipo de diente, pero se demostró constante para cada individuo para cada grupo de dientes.

El *tip* coronal influye en el espacio ocupado por los dientes, de manera que a mayor angulación coronal, mayor espacio ocupa el diente en sentido mesio-distal. Por tanto, la correcta inclinación distal de las coronas dentarias tiene efectos no sólo en la estética del sector anterior, sino en la oclusión posterior al influir en el espacio mesio-distal dentario.

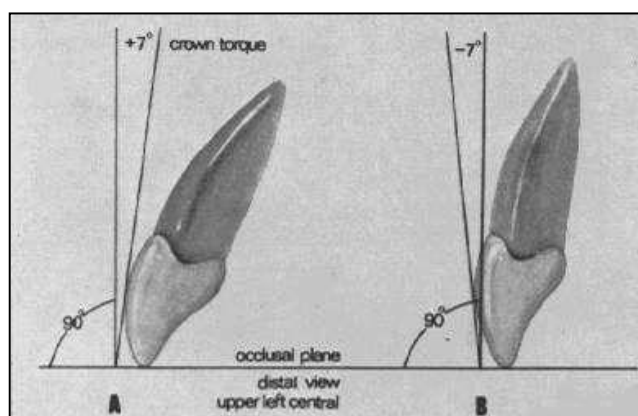
Figura 2. Angulación mesio-distal coronal (*tip*). (ANDREWS, 1972)



Llave 3. Inclínación vestibulo-lingual de las coronas (torque)

La inclinación vestibulo-lingual de las coronas o torque, se mide por el ángulo formado entre la línea que pasa tangente a la mitad de cara vestibular de la corona dentaria y la perpendicular al plano oclusal, pudiendo tener valor positivo, cuando la porción gingival de la corona está más a lingual que la porción incisal (Figura 3A), o valor negativo, cuando la porción gingival de la corona se encuentra más a vestibular que la porción incisal (Figura 3B).

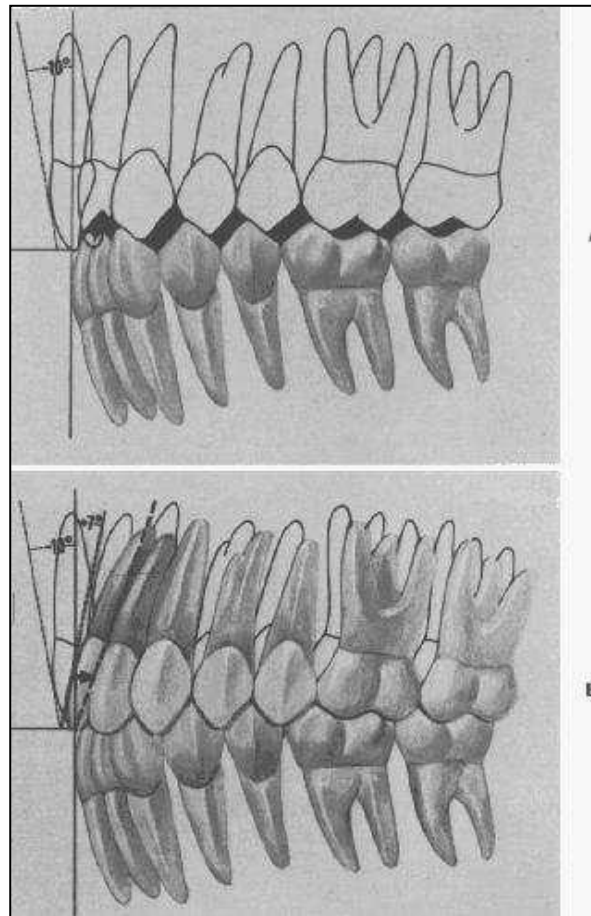
Figura 3. Inclínación vestibulo-lingual coronal. A, torque positivo. B, torque negativo. (ANDREWS, 1972)



a) Torque de los dientes anteriores (incisivos):

- El torque de los incisivos afecta significativamente a la sobremordida y a la oclusión de los dientes posteriores.
- Si los incisivos se encuentran demasiado rectos (torque negativo), se produce una sobreerupción de los mismos con el consiguiente aumento de la sobremordida, y una mesialización de los dientes postero-superiores que produce una clase II molar (Figura 4A)
- Los incisivos deben tener una adecuada inclinación (torque positivo) para permitir una correcta oclusión posterior (Figura 4B)

Figura 4. A, la inclinación incorrecta de los incisivos (rectos) produce una clase II molar. B, la inclinación adecuada de los incisivos permite una oclusión posterior correcta. (ANDREWS, 1972)



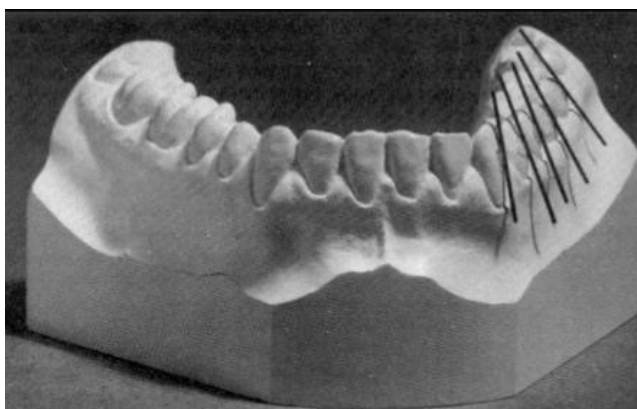
b) Torque de los dientes postero-superiores (caninos, premolares y molares superiores):

- Un torque negativo y constante se observa en los caninos y premolares superiores.
- Los molares superiores presentan un torque ligeramente más negativo.

c) Torque de los dientes postero-inferiores (caninos, premolares y molares inferiores):

- Se observa un aumento progresivo del torque negativo desde el canino hasta el segundo molar inferior (Figura 5).

Figura 5. Inclínación lingual de las coronas postero-inferiores. (ANDREWS, 1972)



Llave 4. Rotaciones

Los dientes no deben presentar ninguna rotación. Por ejemplo, si un molar está rotado, éste ocupa más espacio mesio-distal de lo normal, dificultando lograr una oclusión correcta.

Llave 5. Puntos de contacto

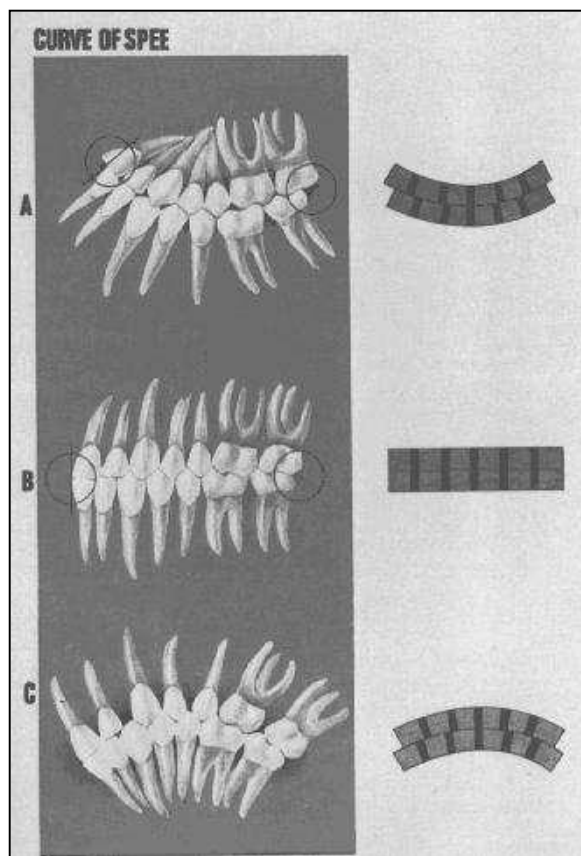
Los dientes no deben presentar diastemas entre ellos, deben existir puntos de contacto apretados y fuertes entre los dientes.

Llave 6. Plano oclusal

El plano oclusal considerado normal es una curva de Spee plana o ligeramente aumentada (Figura 6B).

Una curva de Spee profunda o muy aumentada, produce una disminución del espacio para los dientes de la arcada superior, impidiendo una oclusión normal (Figura 6A). La situación contraria, una curva de Spee reversa, produce un espacio excesivo para la arcada superior (Figura 6C), situación también desfavorable para una correcta oclusión.

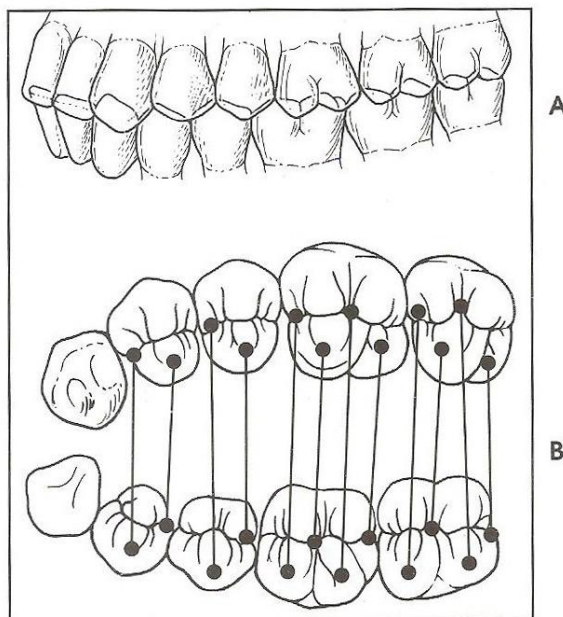
Figura 6. A, curva de Spee profunda. B, curva de Spee plana. C, curva de Spee reversa. (ANDREWS, 1972)



OKESON (2003) describe los contactos interdentarios que se producen en una relación normal de Clase I molar (Figura 7):

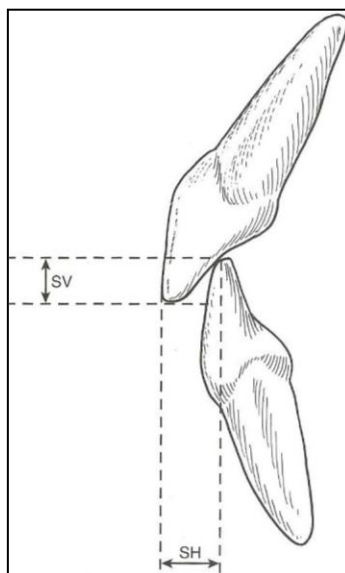
- La cúspide mesio-vestibular del primer molar inferior ocluye en el espacio interproximal entre el segundo premolar y el primer molar superiores.
- La cúspide mesio-vestibular del primer molar superior está alineada directamente sobre el surco vestibular del primer molar inferior.
- La cúspide mesio-lingual del primer molar superior ocluye en la fosa central del primer molar inferior.

Figura 7. Relaciones interarcadas de una oclusión molar de clase I. A, imagen bucal. B, imagen oclusal. (OKESON, 2003)



Además, se necesita una correcta relación entre los incisivos para permitir la existencia de unas adecuadas guías excursivas que desocluyan los dientes posteriores durante los movimientos de protrusiva y lateralidad. OKESON (2003) considera un resalte y sobremordida correctos de 2-4 mm (Figura 8) para que pueda producirse una situación de *oclusión mutuamente protegida*.

Figura 8. Relaciones interarcada normales de los incisivos. SV, sobremordida vertical. SH, sobremordida horizontal (resalte). (OKESON, 2003)



II.1.2. CONCEPTO DINÁMICO

OKESON (2003) establece unos criterios de oclusión funcional óptima, en base a situaciones que parecen ser las menos patógenas para el mayor número de pacientes a lo largo del tiempo:

- La posición de máxima intercuspidad coincide con la de relación céntrica. Cuando se cierra la boca, los cóndilos se encuentran en su posición supero-anterior máxima apoyados sobre las pendientes posteriores de las eminencias articulares, con los discos interpuestos adecuadamente. En esta posición, todos los dientes posteriores contactan de manera uniforme y simultánea. Los dientes anteriores también contactan, pero con menor fuerza que los posteriores.
- Todos los contactos dentarios producen una carga axial de las fuerzas oclusales (a lo largo del eje longitudinal del diente).
- Cuando la mandíbula se desplaza a posiciones de laterotrusión, existen contactos de guía dentaria apropiados en el lado de laterotrusión (lado de trabajo) para desocluir inmediatamente el lado de mediotrusión (lado de no trabajo). La guía más deseable la proporcionan los caninos (guía canina).
- Cuando la mandíbula se desplaza a una posición de protrusión, se generan contactos de guía dentaria adecuados en los dientes anteriores que inmediatamente desocluyen todos los dientes posteriores (guía anterior).
- En la posición preparatoria para comer, los contactos de los dientes posteriores resultan más intensos que los de los dientes anteriores.

II.2. ESTUDIO DE LA MUSCULATURA CRÁNEO-MANDIBULAR

II.2.1. FIBRA MUSCULAR

II.2.1.1. Características estructurales

Los músculos cráneo-mandibulares son músculos esqueléticos. Se diferencian de la musculatura lisa y del músculo cardíaco en que son más dependientes del control neural. Se componen de células o fibras musculares.

Las fibras musculares esqueléticas dependen de su vascularización, su innervación y actividad neural, la cual determina sus propiedades contráctiles y metabólicas. Los patrones genéticos predeterminan el rango de adaptación de la fibra muscular, y se define más tarde por la actividad neural.

La fibra muscular (Figura 9) está organizada en unidades contráctiles, denominadas sarcómeras (Figuras 9 y 10), dentro de las cuales hay proteínas contráctiles (filamentos de actina y de miosina). Estas proteínas se disponen formando estrías y son las responsables del desarrollo de tensión en el lugar donde se inserta la fibra. La energía necesaria para el desarrollo de esta tensión proviene del sistema metabólico del citoplasma de la fibra. La contracción o acortamiento de la sarcómera hace que sus filamentos se deslicen entre sí al romperse y volver a formarse puentes entrecruzados entre dichos filamentos (Figura 11).

La fibra muscular se compone de las siguientes estructuras (Figura 9):

a) Núcleos: son periféricos y están situados inmediatamente por debajo de la cara interna de la membrana plasmática, rodeados por sarcoplasma. Su número es considerable: una fibra de algunos centímetros de longitud contiene varios centenares de núcleos.

b) Sarcolema: es la membrana celular de la fibra muscular y constituye una estructura compuesta que limita cada fibra en la periferia.

c) Sarcoplasma: constituye el protoplasma y está compuesto a su vez por miofibrillas, mitocondrias, mioglobina y retículo sarcoplásmico.

- **Las miofibrillas:** son las unidades contráctiles de la fibra muscular esquelética. Cada fibra muscular contiene varios centenares o millares de miofibrillas y cada miofibrilla tiene unos 1500 gruesos filamentos de *miosina* y unos 3000 delgados filamentos de *actina*, a los cuales corresponde la contracción muscular.

Los filamentos de actina y miosina se interdigitan, alternándose bandas claras o también llamadas bandas I (actina, finos) y oscuras o bandas A (que contienen filamentos de miosina, que son más gruesos en el centro, así como los extremos de los de actina cuando se superponen a la miosina), dando su apariencia característica de estriación transversal cuando se observan en cortes longitudinales (GENESER, 1987). En el centro de la banda I (actina) hay una línea transversal oscura, la línea Z que divide por la mitad dicha banda.

La *sarcómera* (Figuras 9 y 10) corresponde al segmento comprendido entre dos líneas Z vecinas. Cuando una fibra muscular se estira más allá de su longitud natural, los extremos de los filamentos de actina se separan, dejando una pequeña zona clara en el centro de la

banda A, que se denomina banda H en cuyo interior se encuentra la banda M, es una línea oscura estrecha. (HAM y CORMACK, 1985).

- **Retículo sarcoplásmico:** tal y como aparece al microscopio electrónico, se trata de un sistema de sarcotúbulos limitados por membranas que se extiende por todo el sarcoplasma formando una red canalicular en torno a cada miofibrilla.

Dentro de un músculo, las fibras musculares se agrupan en entidades funcionales denominadas unidades motoras. Cada una está inervada por una motoneurona que la conecta al sistema nervioso central. Las unidades motoras van reclutándose progresivamente según se activa el músculo y desarrolla mayor fuerza (BAKKE, 1993).

La sarcómera es la unidad funcional más pequeña dentro de la fibra muscular y la unidad motora es la unidad funcional menor en el músculo (SCIOTE y MORRIS, 2000).

Figura 9. (a) Fibra muscular. (b): Miofibrilla. (c): Sarcómera. (d): Filamentos de actina y de miosina. (e): Molécula de miosina. (f): Cadena de actina. (SILVERTHORN, 2014)

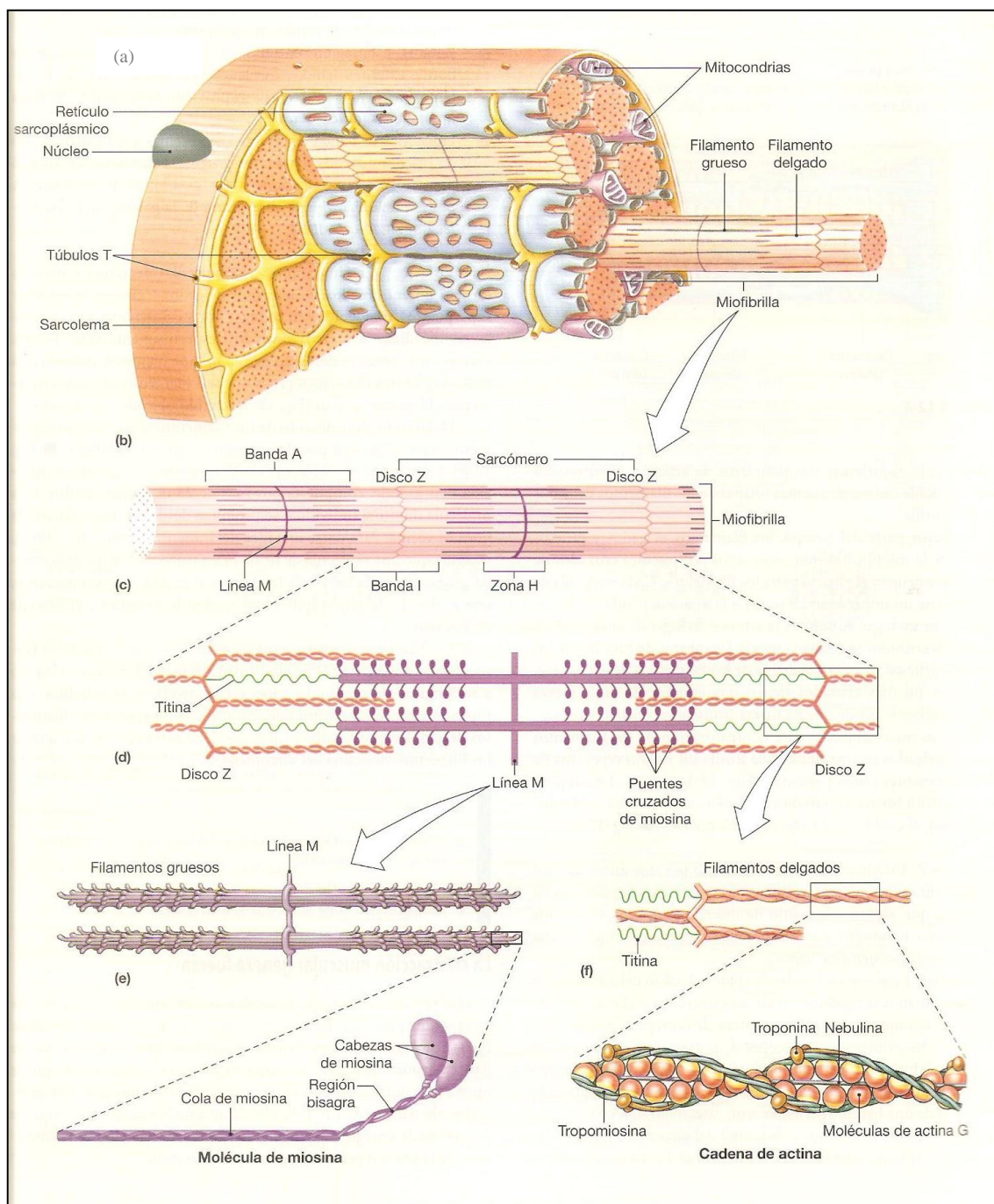


Figura 10. Sarcómera. (SILVERTHORN, 2014)

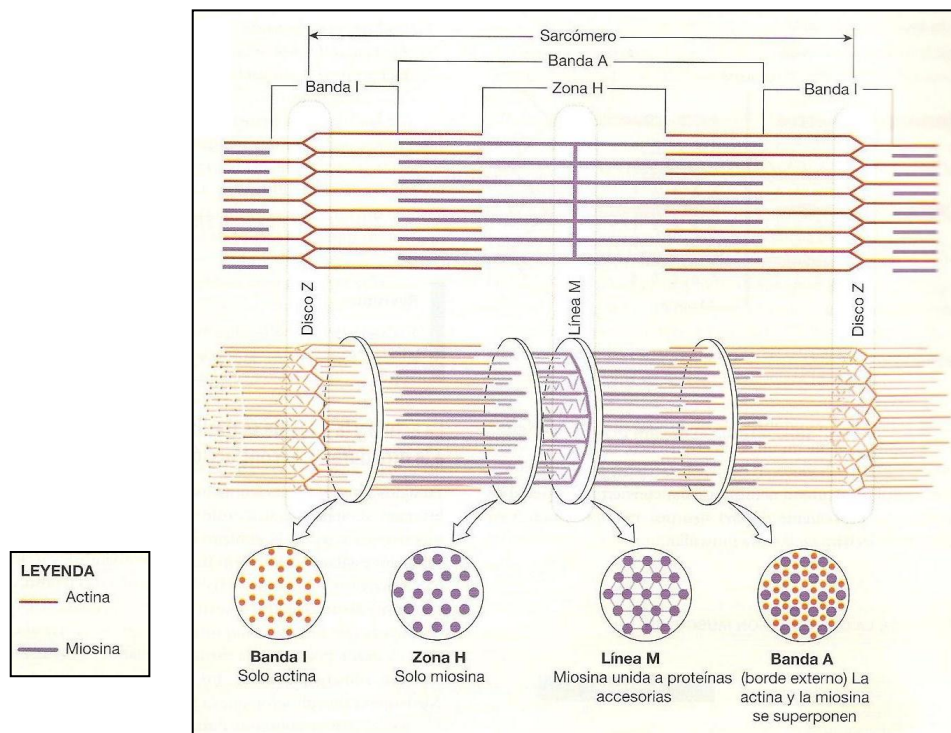
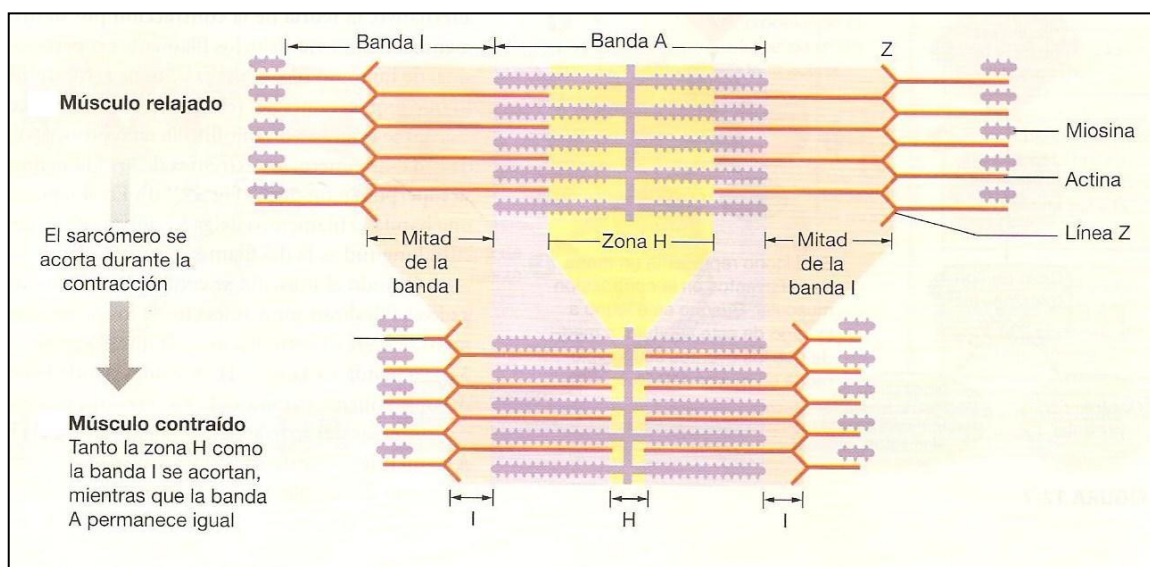


Figura 11. Contracción muscular: acortamiento de la sarcómera; la actina y la miosina no modifican su longitud, se deslizan una respecto de la otra. (SILVERTHORN, 2014)



II.2.1.2. Características histoquímicas

Los músculos cráneo-mandibulares se pueden definir bioquímicamente por la presencia y concentración de determinadas enzimas ligadas a la función muscular. Los estudios histoquímicos de las fibras musculares han demostrado que las fibras se pueden agrupar en diferentes categorías. Cada uno de los músculos cráneomandibulares tienen una proporción distinta de estos tipos de fibras, y esta proporción varía según la edad, el sexo y la función.

Las técnicas histoquímicas permiten teñir selectivamente marcadores químicos relacionados con enzimas específicas del interior de las fibras musculares. Dependiendo de las enzimas estudiadas, se pueden predecir las propiedades metabólicas y la velocidad de contracción de la fibra muscular, relacionándolas con la función del músculo. La clasificación de las fibras se basa en su tinción con respecto a dos tipos de enzimas:

- Las enzimas relacionadas con la velocidad de contracción, principalmente la enzima contráctil *adenosín trifosfatasa miofibrilar* (ATPasa) (PADYKULA y HERNAN, 1955).
- Las enzimas relacionadas con la fatiga, enzimas mitocondriales incluyendo la *ácido succínico deshidrogenasa* y la *nicotinamida-adenín dinucleótido tetra-zolium reductasa* (NADH-TR) (RINGVIST et al., 1982).

Se distinguen varios tipos de fibras (HANNAM y McMILLAN, 1994) dependiendo del nivel de tinción para la enzima ATPasa:

- Fibras Tipo I (o S-slow, lentas)
- Fibras Tipo II A (rápidas, resistentes)
- Fibras Tipo II B (rápidas, fatigables)
- Fibras Tipo II C

- Fibras Tipo IM

El tamaño y distribución de las fibras parece influir en la fuerza muscular durante el apretamiento y la masticación, habiéndose encontrado una correlación positiva entre el diámetro de las fibras tipo II y la fuerza de mordida (RINGVIST, 1974) y entre el área y el diámetro de las fibras tipo I y la amplitud de la actividad masticatoria (BAKKE, 1993).

La distribución de las fibras en los músculos cráneo-mandibulares es:

Músculo temporal:

- En su porción profunda abundan las de tipo I (81%), que resisten más a la fatiga pero son más lentas.
- En la zona superficial anterior, el 92% está construido por fibras de tipo I y IIB (más rápidas pero menos resistentes), en similar proporción.
- En la zona superficial posterior, el 57% son de tipo IIB y el 40% de tipo I. (ERIKSSON y THORNELL, 1983).

Músculo masetero:

- En la zona anterior predominan las de tipo I (ERIKSSON y THORNELL, 1983) con un control más preciso sobre las fuerzas aplicadas a la dentición.
- La región posterior tiene menos fibras de tipo I, por lo que las acciones serán más potentes y rápidas pero más inexactas. (MAO et al., 1992).

Músculo pterigoideo interno:

- En la zona anterior, las de tipo I constituyen el 64% (ERIKSSON y THORNELL, 1983).
- En la zona posterior, la proporción de fibras tipo I y tipo II es similar (44% cada una).

Músculo pterigoideo externo:

- Cabeza inferior, con mayor presencia de fibras tipo I (70%)
- Cabeza superior, con predominio de fibras tipo IIB.

Músculo digástrico:

- Las fibras de tipo I, IIA y IIB están en proporción similar, regularmente distribuidas, la distribución de las fibras es más parecida a la que existe en el resto de los músculos de las extremidades (ERIKSSON et al., 1981) ya que su origen embriológico es diferente a la del resto de los músculos elevadores de la mandíbula.

II.2.2. INERVACIÓN DE LOS MÚSCULOS CRÁNEO-MANDIBULARES

Los músculos cráneo-mandibulares reciben inervación motora y sensitiva. Las neuronas aferentes o sensitivas mandan información al cerebro a través del núcleo del trigémino; el tipo de información transportada depende de las terminaciones aferentes sensitivas: algunas transmiten sensaciones de dolor y discomfort, otras informan sobre el estado de contracción o relajación del músculo y otras acerca de la posición ósea y articular (OKESON, 2003). Una vez que la información ha sido recibida y procesada por el sistema nervioso central (SNC), la información motora regresa al músculo por vía de las fibras nerviosas motoras o eferentes; éstas inician los impulsos para la función apropiada de los músculos específicos, cuyo resultado es la respuesta motora deseada.

a) Inervación sensitiva

Los receptores sensitivos son órganos o estructuras neurológicas localizadas en los tejidos (músculos, ligamento periodontal, periostio, ATM, lengua

y tejidos blandos de la boca) que informan al SNC sobre el estado de dichos tejidos. Los más importantes son:

- **Husos musculares:** son órganos receptores especializados, que controlan la tensión en el interior de los músculos esqueléticos (mecanorreceptores). Actúan como un sistema de control de la longitud de las fibras musculares, estando implicados en la regulación y corrección de la postura mandibular y el grado de apertura y cierre durante la masticación (McKEON et al., 1984).

Son muy numerosos en los músculos elevadores de la mandíbula, con la mayor concentración en el músculo temporal (parte anterior y posterior) y en la parte profunda del masetero, pero escasos en el pterigoideo medial y casi inexistentes en los músculos depresores de la mandíbula (ERIKSSON y THORNELL, 1987).

- **Organos tendinosos de Golgi:** son formaciones encapsuladas que contienen arborizaciones terminales de fibras nerviosas aferentes. Se sitúan en los tendones, interviniendo en la regulación refleja durante el movimiento normal y controlando sobre todo la tensión muscular (MARÍN, 1992).
- **Corpúsculos de Pacini:** se encuentran en tendones, articulaciones, aponeurosis, tejidos subcutáneos y periostio. Tienen una función de percepción del movimiento y de la presión intensa, no del tacto leve.
- **Nociceptores:** son receptores que se estimulan cuando se sufre una lesión. Se encuentran en la mayoría de los tejidos y existen varios tipos: algunos responden exclusivamente a impulsos térmicos y mecánicos y otros a una amplia gama de estímulos (OKESON, 2003).
- **Receptores periodontales:** son presorreceptores y receptores de dolor. Los estímulos nociceptivos a los dientes o mucosa producen un reflejo

de apertura mandibular con inhibición de los músculos que actúan en el cierre.

- **Receptores de la ATM:** son mecanorreceptores que intervienen en la posición de la mandíbula, y otras terminaciones nociceptivas. Ofrecen información sobre el desplazamiento de la mandíbula y la velocidad del mismo.

b) Inervación motora

La *placa motora terminal* o unión neuromuscular es la zona de unión especializada entre la terminación de un nervio motor y las fibras musculares.

El conjunto de todas las fibras musculares inervadas por una sola fibra nerviosa recibe el nombre de *unidad motora* (BASMAJIAN, 1979). Este es el componente básico del sistema neuromuscular. El número de fibras inervadas por una motoneurona varía según la función de la unidad motora. Cuantas menos fibras musculares forman la motoneurona, más preciso es el movimiento.

II.2.3. LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

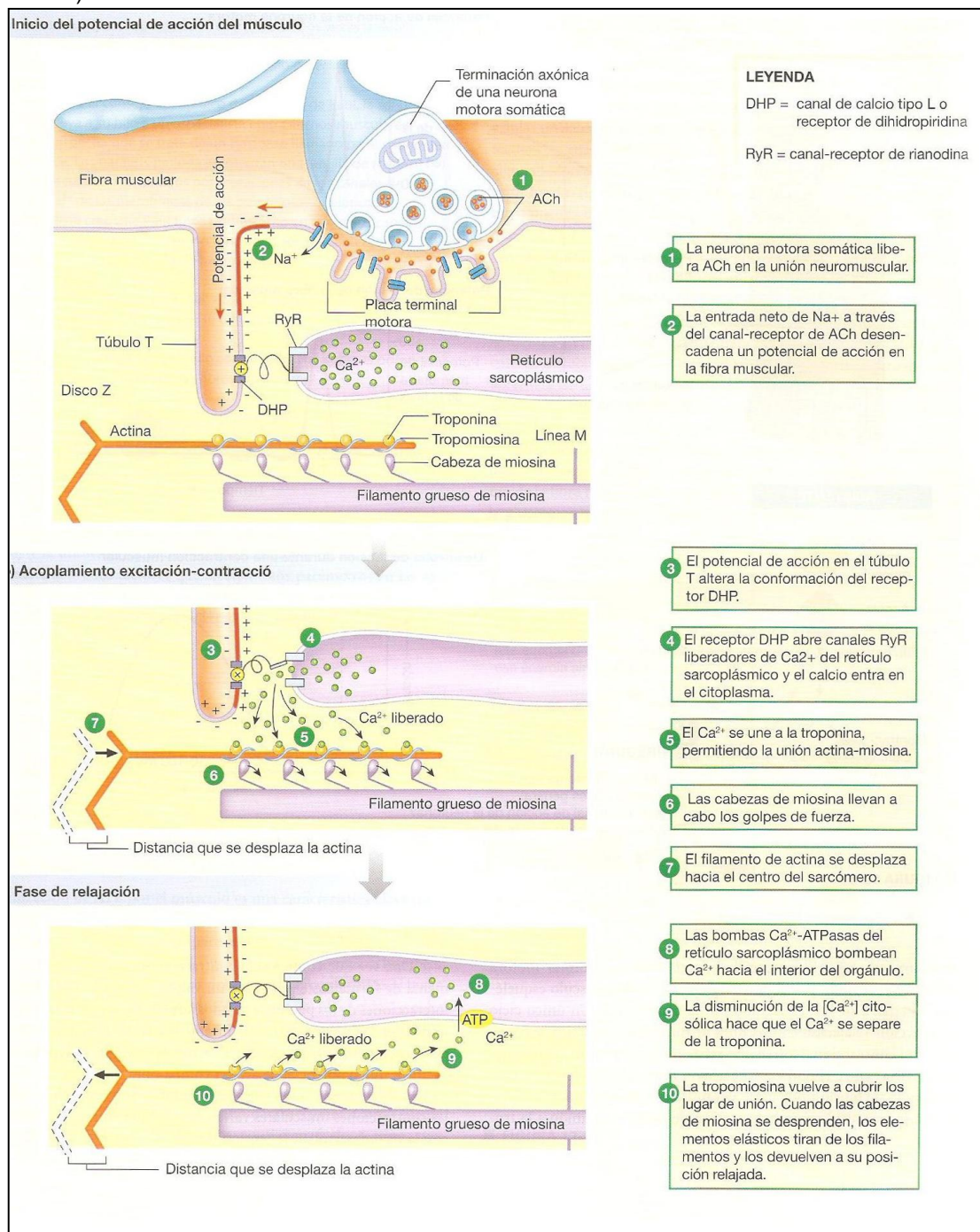
Fisiología de la contracción muscular

La contracción muscular se produce cuando se activa una motoneurona y estimula la membrana celular de la fibra, que cambia de forma brusca su permeabilidad a los iones y provoca un potencial de acción, que se propaga por toda la fibra, haciendo que las sarcómeras se acorten, deslizando sus filamentos de actina y de miosina entre sí (FAWCETT, 1987) (Figura 11).

Las señales nerviosas se transmiten por potenciales de acción, que son cambios rápidos en el potencial de membrana. Cada potencial se inicia con un cambio súbito desde el potencial negativo en reposo (-90mv) hasta el potencial positivo de membrana y termina con un cambio casi de la misma rapidez de nuevo hasta el potencial negativo. Para conducir una señal nerviosa, el potencial de acción se desplaza a lo largo de la fibra nerviosa hasta que llega al extremo de la misma (GANONG, 1986). En la despolarización, la membrana se vuelve muy permeable a los iones sodio, por lo que el potencial se va positivando de forma rapidísima y posteriormente, los conductos de sodio se cierran y el potasio difunde al exterior. Es la repolarización, volviéndose al potencial de membrana en reposo.

Un impulso nervioso procedente del SNC o una terminación axónica del ganglio de Gasser (reflejo monosináptico) produce una despolarización y una descarga de potenciales de acción en las motoneuronas. Los potenciales de acción son transmitidos a lo largo de todo el nervio motor y provocan, al llegar a las terminaciones axónicas, la liberación de acetilcolina (ACh). La acetilcolina aumenta la permeabilidad iónica de la membrana sarcoplasmática a nivel de la placa motora, lo que determina una despolarización que, si supera determinado umbral, va a desencadenar una descarga de potenciales de acción, lo que constituye el proceso de excitación. La excitación va seguida de una liberación de iones calcio almacenados en las membranas del retículo sarcoplásmico. Entonces se produce el acoplamiento excitación-contracción (Figura 12). Este calcio activa la formación de enlaces químicos entre las moléculas de actina y miosina, produciéndose el deslizamiento de los filamentos de actina sobre los de miosina sin variar la longitud de los mismos, y produciéndose el acortamiento de la sarcómera y la contracción muscular (Figura 11).

Figura 12. Fisiología de la contracción muscular: inicio del potencial de acción del músculo, acoplamiento excitación-contracción y fase de relajación. (SILVERTHORN, 2014)



Biomecánica de la contracción muscular

La relación tensión-longitud muscular reside en la división fundamental anatómica y funcional de cada fibra muscular: la sarcómera. Cuando las sarcómeras están a una longitud óptima que permite a las proteínas contráctiles desarrollar puentes cruzados, es cuando se desarrolla la máxima tensión en un músculo. (MUHL y GRIMM, 1977)

Los músculos cráneo-mandibulares funcionan básicamente desarrollando dos tipos de fuerza: pasiva y activa, a distintas longitudes. Estas fuerzas se definen como tensión muscular.

- *La tensión pasiva*: se atribuye fundamentalmente a los componentes elásticos de las estructuras de tejido conectivo situadas alrededor y en el interior del músculo y a las propiedades de la membrana de las fibras musculares.
- *La tensión activa*: se atribuye a las proteínas contráctiles, y está relacionada con la longitud del músculo, la velocidad de contracción y el número y frecuencia de reclutamiento de sus unidades motoras.

En cuanto a su longitud, los músculos cráneo-mandibulares están isométricamente activados durante el apretamiento dentario, pero cambian su longitud en el resto de las funciones, incluyendo la masticación, la deglución y la fonación.

Los músculos cráneo-mandibulares actúan conjuntamente con los ligamentos que rodean las articulaciones, siguiendo los principios básicos de la contracción muscular descritos por McCONAIL y BASMAJIAN (1969):

- No se reclutan más fibras musculares que las necesarias para estabilizar o mover un hueso en contra de la gravedad o cualquier otra resistencia, ni cuando la gravedad proporcione la fuerza. En teoría, se reclutarán menos fibras en los músculos de cierre al cerrar la mandíbula con la cabeza hacia abajo que en posición erguida.
- No se reclutan más fibras musculares que las necesarias para proporcionar una fuerza transarticular dirigida hacia la articulación, que será igual al peso de la parte móvil. Esta fuerza transarticular se combina con una fuerza centrípeta adicional.

Existen tres **tipos de contracción muscular**:

- **Isotónica**: cuando se estimulan un gran número de unidades motoras de un músculo produciéndose un acortamiento general del mismo, bajo una carga constante. Por ejemplo, al elevar la mandíbula y forzarla contra el bolo alimenticio.
- **Isométrica**: cuando un número de unidades motoras se contrae sin acortamiento, oponiéndose a una determinada fuerza para mantener o estabilizar la mandíbula. Por ejemplo, cuando el masetero sujeta un objeto entre los dientes.
- **Relajación controlada**: cuando la estimulación de la unidad motora es discontinua, las fibras de la unidad motora se relajan y regresan a su longitud normal. Controlando esta disminución en la estimulación de unidades motoras, ocurre el alargamiento muscular preciso que permite movimientos suaves y controlados. Se observa este tipo de relajación controlada en el masetero, cuando se abre la boca para aceptar comida durante la masticación.

II.2.4. ANATOMÍA FUNCIONAL DE LOS MÚSCULOS MASTICATORIOS

En la mandíbula se insertan aproximadamente veinte músculos, entre los que podemos distinguir cinco músculos importantes en la masticación, que se dividen en dos grupos (WOOD, 1987):

a) Músculos de cierre mandibular, siendo los más potentes en cuanto a tamaño y fuerza:

- Temporal
- Masetero
- Pterigoideo interno o medial

b) Músculos de apertura mandibular:

- Pterigoideo externo o lateral
- Digástrico

A) MÚSCULO TEMPORAL (Figura 13)

Es el más potente de los músculos masticatorios. Se distinguen tres porciones, de origen distinto (SATO et al., 1992):

- Temporal posterior o *pars temporalis*
- Temporal medio o *pars fascialis*
- Temporal anterior o *pars cigomática*

Es un músculo ancho, en forma de abanico, relativamente delgado, que tiene su origen en la superficie lateral del cráneo y proyecta sus fibras hacia la apófisis coronoides de la mandíbula.

El fascículo posterior toma su origen en fibras carnosas que nacen en toda la fosa temporal, limitada por la línea temporal inferior, respetando sólo la cara del hueso malar, que forma parte de esta fosa, y una línea por la que se desliza la arteria temporal media. Por debajo, su origen alcanza la cresta eseno-temporal del ala mayor del esfenoides y aquí su origen puede ser tendinoso. El temporal medio nace en la cara interna de la fascia temporalis, en la mitad o en los dos tercios superiores de la misma. El temporal anterior lo forman fibras que se originan en la cara interna (tercio medio) del arco cigomático y algunas provienen del tendón de origen del músculo masetero (SATO et al., 1992).

Las fibras que se originan en la fosa temporal convergen hacia la apófisis coronoides de la mandíbula. Las más anteriores son casi verticales, las medias son oblicuas hacia abajo y adelante y las posteriores casi horizontales (McDEVITT, 1989). La mayoría de ellas terminan en la cara interna de la aponeurosis de inserción del temporal. El tendón de inserción es muy robusto y termina en la apófisis coronoides de la mandíbula ocupando toda la cara interna de la misma y de su cara externa, solo la parte superior.

Acción del Músculo Temporal

En términos generales, el temporal es un músculo de cierre. La orientación de sus fibras musculares sugiere que el músculo participa sobre todo en la elevación de la mandíbula, pero también en su retrusión y en su desplazamiento lateral, con distinta participación de las diferentes partes del músculo en cada movimiento. Además, el músculo temporal es fundamental en el posicionamiento de la mandíbula (OKESON, 2003).

Su porción posterior mantiene la posición de reposo mandibular, siendo su actividad electromiográfica más elevada durante el mismo. (AHLGREN, 1986).

Cuando se activa la porción anterior, la mandíbula se eleva verticalmente. La contracción de la parte media produce elevación y retracción mandibular. Cuando se activan las fibras posteriores, desvían y retruyen la mandíbula homolateralmente (OKESON, 2003; WOOD, 1987).

En máximo apretamiento, las tres porciones muestran un nivel de actividad similar, que aumenta proporcionalmente al incremento de la fuerza de mordida. Si el apretamiento se realiza en una posición retruida, la porción posterior presenta mayor actividad y la anterior menor.

Los músculos sinérgicos en la elevación mandibular son el masetero, el pterigoideo interno y la cabeza superior del pterigoideo externo. Los antagonistas son la cabeza inferior del pterigoideo externo, el digástrico anterior y el milohioideo.

B) MÚSCULO MASETERO (Figura 13)

Este músculo se origina a partir del arco zigomático y se extiende caudalmente para insertarse en la parte inferior de la mandíbula en su zona lateral.

Se distinguen en él dos porciones (WILLIAMS y WARWICK, 1992; MILLER, 1991):

- La *pars superficialis*, que es la parte más voluminosa e importante. Se origina en el borde inferior del arco zigomático, que corresponde al malar, y se extiende desde la apófisis piramidal del maxilar hasta la sutura zigomático-temporal. Las fibras son oblicuas, hacia abajo y atrás (GRANT, 1973) y terminan en la parte más inferior de la cara externa de la mandíbula, cerca del ángulo de la misma.

- La *pars profunda* se origina directamente por fibras carnosas en la cara interna de la apófisis zigomática del hueso temporal, así como en la aponeurosis del músculo temporal. En esta porción las fibras son casi verticales y se ocultan en seguida por dentro de la porción superficial, dejando visible tan solo una pequeña porción triangular (McMINN et al., 1981). La parte anterior de la porción profunda se confunde con la superficial y tiene las mismas inserciones que ésta.

Acción del Músculo Masetero

Es un potente elevador de la mandíbula. La porción superficial tracciona la mandíbula hacia arriba y adelante, mientras que las fibras más profundas la arrastran hacia arriba y ligeramente hacia atrás (TONNDORF et al., 1989).

La orientación vertical y diagonal de sus fibras sugieren que el masetero interviene en la elevación, protrusión y movimiento lateral de la mandíbula (JANKELSON, 1990).

La máxima actividad del masetero es durante el apretamiento en máxima intercuspidación y masticación; es moderadamente activo durante la protrusión y cierre rápido y mínimamente activo durante los movimientos de lateralidad, retrusión y máxima apertura (NIELSEN y MILLER, 1988).

Los músculos sinérgicos del masetero superficial durante la elevación de la mandíbula son el temporal, el pterigoideo interno y la cabeza superior del pterigoideo externo. Los antagonistas son: el genihiioideo, el vientre anterior del digástrico y la cabeza inferior del pterigoideo externo. El sinérgico del masetero profundo es el temporal posterior, mientras que el antagonista es la cabeza inferior del pterigoideo externo (SMITH, 1981).

Figura 13. Músculos masticatorios Temporal y Masetero (NETTER, 2007)

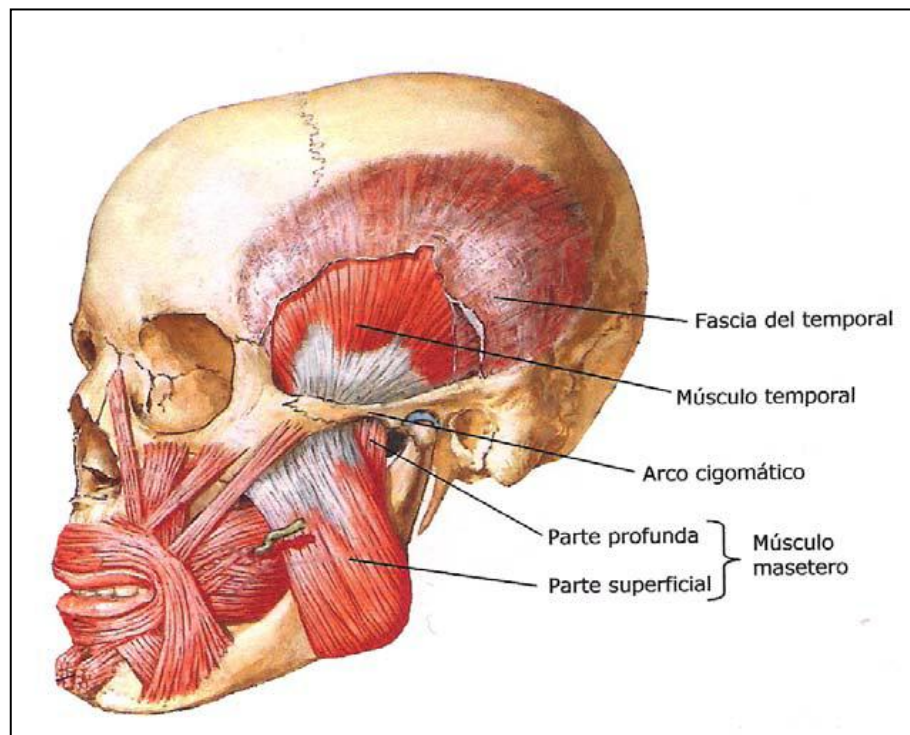
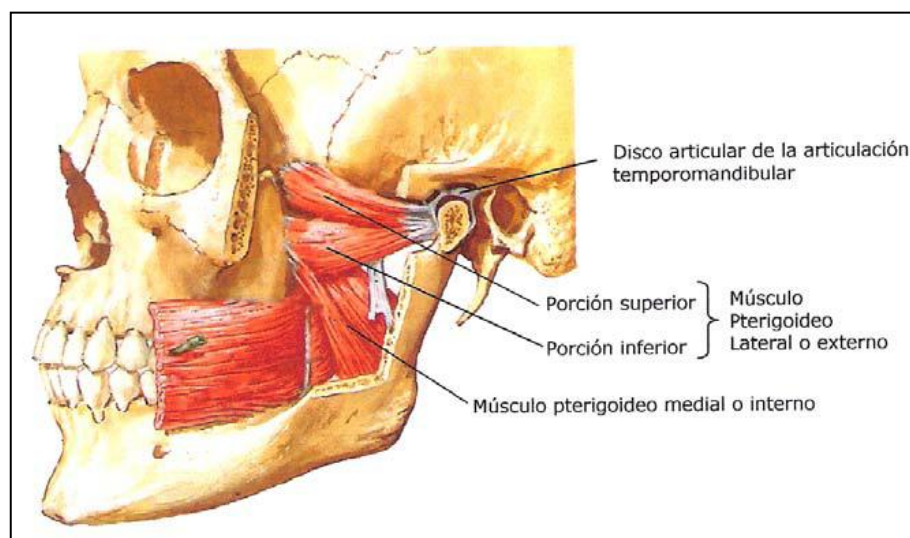


Figura 14. Músculos masticatorios Pterigoideo Interno y Pterigoideo Externo, visión lateral (NETTER, 2007)



C) MÚSCULO PTERIGOIDEO INTERNO O MEDIAL (Figura 14)

Lleva el nombre de la apófisis donde se origina. Es un músculo robusto, de forma cuadrangular, que se extiende desde la apófisis pterigoides a la cara interna del ángulo de la mandíbula. La dirección de las fibras es oblicua, hacia abajo y hacia atrás, de manera similar al masetero, pero por dentro de la rama mandibular (McKINNON y MORRIS, 1990).

Acción del Músculo Pterigoideo Interno

Se puede considerar como un estrecho colaborador del masetero formando con él una lanzada muscular que rodea el borde inferior de la mandíbula (McMINN et al., 1981). Es un músculo especialmente activo cuando los dientes se acercan a la oclusión.

Cuando actúa bilateralmente, los pterigoideos internos funcionan sinérgicamente con el temporal y el masetero para cerrar la mandíbula y con los pterigoideos externos en la protrusión de la misma, ayudando a protruir la mandíbula durante el cierre.

Si actúa unilateralmente, desvía la mandíbula hacia al lado opuesto, actuando sinérgicamente con el pterigoideo lateral y con el masetero superficial homolaterales (VITTI y BASMAJIAN, 1977). Los pterigoideos interno y externo de un mismo lado actúan como antagonistas de los correspondientes del otro lado durante la desviación lateral.

Durante la apertura de la boca, el pterigoideo interno actúa como antagonista del digástrico y la cabeza inferior del pterigoideo externo (FIGÚN y GARINO, 1986).

D) MÚSCULO PTERIGOIDEO EXTERNO O LATERAL (Figura 14)

Menos robusto y más corto que el pterigoideo interno, el pterigoideo externo se extiende casi horizontalmente desde la apófisis pterigoides y el ala mayor del esfenoides al cóndilo mandibular (MAHAN et al., 1983). Está formado por dos cabezas diferentes, con distintos orígenes:

- *Cabeza superior*: se origina en la superficie infratemporal del ala mayor del esfenoides y se extiende casi horizontalmente hacia atrás y hacia fuera.
- *Cabeza inferior*: se origina en la superficie externa de la lámina pterigoidea externa y se extiende hacia atrás, arriba y hacia fuera (WIDMALM et al., 1987).

Los dos fascículos se confunden hacia fuera en una masa común, continuándose por un tendón. La parte superior de éste, que es la continuación de las fibras superiores, se inserta en la parte interna del disco articular temporomandibular (McKINNON y MORRIS, 1990), mientras que la inferior lo hace en el cuello del cóndilo, en la depresión llamada fosa pterigoidea (CARPENTIER et al., 1988).

Acción del Músculo Pterigoideo Externo

La máxima actividad del pterigoideo externo se produce durante el máximo apretamiento con esfuerzo anterior, durante el apretamiento en protrusiva y durante la apertura y protrusión mandibular (WIDMALM et al., 1987).

- *Cabeza superior*: ejerce una tracción hacia delante sobre el disco articular durante el cierre de la mandíbula. Se activa cuando la mandíbula se cierra y se inactiva cuando se abre. Estabiliza la cabeza del cóndilo y del disco articular, manteniéndolos juntos durante los movimientos de la mandíbula (WOOD, 1987).
- *Cabeza inferior*: actúa en la apertura de la mandíbula, protruyéndola cuando actúa bilateralmente y desviándola lateralmente hacia el lado opuesto al del músculo que se activa. Contralateralmente, estabiliza el cóndilo evitando presiones sobre la zona posterior de la articulación. Tracciona de la cabeza del cóndilo hacia abajo y adelante, de forma que el cóndilo pueda trasladarse a lo largo de la vertiente posterior de la eminencia articular cuando se abre ampliamente la boca. Juega un papel importante en la traslación del cóndilo, pero mínimo en la rotación (CARLSÖÖ, 1956).

Ambas cabezas funcionan recíprocamente durante los movimientos verticales y horizontales de la mandíbula (MILLER, 1991; WIDLALM et al., 1987).

La cabeza inferior funciona sinérgicamente con los músculos digástrico y suprahiodeos. Durante la elevación de la mandíbula, la cabeza superior es sinérgica con el masetero y temporal.

E) MÚSCULO DIGÁSTRICO

El digástrico representa la fusión de dos músculos de distinto origen: el vientre posterior, que deriva, junto con el estilohioideo, del segundo arco y el vientre anterior, que deriva del milohioideo y por tanto, del primer arco. En el adulto, ambos forman una unidad funcional (MUNRO, 1972).

El vientre posterior se origina en la escotadura mastoidea y apófisis mastoides y sus fibras transcurren hacia delante y hacia abajo. El vientre anterior se origina en la fosilla digástrica, encima del borde inferior de la mandíbula y cerca de la línea media; sus fibras van hacia abajo y atrás (OTTEN, 1988). Los dos vientres se dirigen hacia abajo y convergen entre sí por encima del hueso hioides, insertándose por medio de un tendón robusto, el tendón intermedio del digástrico (WILLIAMS y WARWICK, 1992).

Acción del Músculo Digástrico

La orientación de las fibras del vientre anterior sugiere un papel en la retrusión y en la apertura mandibular, mientras que las del vientre posterior intervienen en la elevación del hueso hioides.

Si la mandíbula está estable, los músculos digástricos y los supra e infrahioides elevan el hueso hioides, lo cual es necesario para la deglución (TESTUT y LATARJET, 1986).

La cabeza inferior del pterigoideo externo y los músculos supra e infrahioides son sinérgicos con el vientre anterior del digástrico durante la apertura mandibular. El temporal posterior y la parte profunda del masetero son sinérgicos con el vientre posterior del digástrico durante la retrusión.

Masetero, temporal, pterigoideo interno y cabeza superior del pterigoideo externo son antagonistas del complejo digástrico-hioideo en la apertura mandibular.

II.3. MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR Y DE LA POSICIÓN MANDIBULAR. ELECTROMIOGRAFÍA Y KINESIOGRAFÍA

II.3.1. ELECTROMIOGRAFÍA

II.3.1.1. Definición

La electromiografía (EMG) es el registro de las señales eléctricas extracelulares generadas por las fibras musculares y transmitidas a través de los tejidos. Esta técnica analiza la integridad de todo el sistema motor, que incluye las neuronas motoras superior e inferior, la unión neuromuscular y el músculo (BUCHTHAL, 1991; MILLER, 1991; KIMURA, 1989; LEMMAN y RITCHIE, 1979).

El fundamento de la EMG reside en las propiedades eléctricas de las células, dado que el registro eléctrico corresponde al potencial de acción de las fibras musculares y unidades motoras. La EMG detecta la actividad eléctrica generada por el paso del impulso nervioso, que provoca la despolarización de la membrana de la célula muscular durante la excitación.

Por tanto, la EMG mide de una manera indirecta la actividad muscular, ya que es capaz de determinar si el sistema nervioso está reclutando activamente un músculo durante la función. Cuando se registra simultáneamente la actividad de varios músculos, las gráficas de cada músculo dan una idea de qué músculos son los más activos y señala cuáles son los más importantes para esa función (MILLER, 1991; KIMURA, 1989).

Existen diferentes orígenes del registro eléctrico: una fibra muscular, un grupo de fibras inervadas por una motoneurona (unidad motora), o subunidades de una unidad motora (MILLER y FARIAS, 1988; MILLER et al., 1985). Aunque la fibra muscular individual es la fuente principal de las señales registradas, casi todas las técnicas EMG registran la actividad de un grupo funcional de fibras musculares o unidad motora. Cada potencial de acción corresponde a la activación de una unidad motora (BIGLAND-RITCHIE, 1981). A su vez, el potencial de una unidad motora se origina por el sumatorio de los potenciales de acción de las fibras musculares que pertenecen a dicha unidad motora. Por tanto, la amplitud del potencial de acción de una unidad motora depende del número de fibras que componen la unidad, y está positivamente relacionado con el diámetro de las mismas (ROSENFALCK, 1969) y descende paulatinamente en relación con la distancia al instrumento de registro electromiográfico (BUCHTHAL, 1991; BIGLAND-RITCHIE, 1981). La duración del potencial depende de la distribución de unidades motoras dentro del músculo (BAKKE, 1993; BUCHTHAL, 1991).

II.3.1.2. Parámetros electromiográficos: potencial de unidad motora

El potencial de unidad motora se define como la suma del fenómeno eléctrico ocasionado por la contracción de todas y cada una de las fibras musculares que componen la unidad neuromuscular. En la práctica, este potencial se consigue con una contracción voluntaria leve, no tan intensa que ocasione reclutamiento de distintos potenciales.

Los potenciales de acción dependen de una serie de factores fisiológicos y no fisiológicos que influyen en su configuración. Entre los fisiológicos, destacan la edad, el grosor de las fibras, la temperatura intramuscular y la resistencia de los tejidos, entre otros. Entre los factores no fisiológicos, se incluyen el tipo de electrodo, el tamaño de la superficie estudiada, la sensibilidad del osciloscopio, las

propiedades eléctricas del amplificador, la efectividad de los filtros y los métodos de almacenamiento y representación. (DAUBE, 1978; BUCHTHAL, 1960; 1957).

Las características del potencial de unidad motora son:

a) Forma

Los potenciales se clasifican según el número de “puntas” o fases que cruzan la línea de base. Una fase es la porción de representación gráfica o curva de un potencial, comprendida entre el inicio y el retorno a la línea base, contando tanto los picos positivos como los negativos.

En el músculo normal, más del 80% de los potenciales registrados son bifásicos o trifásicos (MILLER, 1991). Si el potencial se registra en la inmediata vecindad de la placa motora, es monofásico (GUYTON, 1989). Cuando tiene más de cuatro puntas, se llama polifásico y sugiere que existe una descarga asincrónica de las fibras musculares. Estos potenciales no exceden del 5% al 10% en sujetos sanos, si bien valores del 12% pueden ser normales y no deben considerarse patológicos (KIMURA, 1989; GOODGOLD y EBESTEIN, 1972).

La forma del potencial de la unidad motora refleja muchos factores, además de los inherentes a la propia unidad motora. De todos ellos, la relación espacial entre el electrodo y las fibras musculares es uno de los factores más importantes en la determinación de la forma (BUCHTHAL, 1960; 1957). Otras variables importantes son la resistencia y la capacitancia de los tejidos, así como la temperatura intramuscular.

b) Amplitud

Es la máxima altura del potencial, expresada en microvoltios (μV). Aunque todas las fibras individuales de una unidad motora descargan casi de manera

sincrónica, hay un número limitado de fibras, localizadas cerca de la punta del electrodo de registro, que van a determinar la amplitud del potencial de la unidad motora.

Según BUCHTHAL (1991) y ROSENFALCK (1969), la amplitud del potencial de la unidad motora depende de los siguientes factores:

- La densidad de las fibras musculares: a mayor número de fibras que componen la unidad, mayor amplitud.
- Distancia del electrodo a la unidad motora: al aumentar la distancia, la señal se suaviza y la amplitud registrada es menor, y la duración mayor. Así, potenciales registrados a una distancia de 0,5 a 1 mm del punto de origen, decrecen en amplitud hasta una décima parte de su valor real.
- Diámetro y grosor de las fibras: a mayor grosor, mayor amplitud. Este factor, a su vez, se relaciona con la edad del sujeto. MIYAMOTO et al. (1999) observaron que la amplitud de los potenciales del músculo masetero en máximo apretamiento era más grande en adultos jóvenes que en niños por el mayor tamaño de sus músculos.
- Temperatura intramuscular: la amplitud desciende desde un 2 % a un 5% por grado.

c) Fases

Una fase es la porción de la representación gráfica o curva de un potencial comprendida entre el inicio y el retorno a la línea base, contando tanto los picos positivos como los negativos. Normalmente, el potencial de una unidad motora tiene cuatro o menos fases. Los potenciales polifásicos que tienen más de cuatro fases sugieren una descarga asincrónica de las fibras musculares; estos

potenciales polifásicos no exceden el 5-10% en sujetos sanos (GOODGOLD y EBESTEIN, 1972).

d) Duración

Es el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera deflexión de la línea base y el momento en que se recupera nuevamente.

La duración del potencial de unidad motora varía para cada músculo, ya que depende de la distribución de las unidades motoras dentro del músculo (BAKKE, 1993; BUCHTHAL, 1991). Además, la duración también varía en función de la edad de manera directamente proporcional (con variaciones desde 5 hasta 15 milisegundos), y en razón inversa a la temperatura intramuscular.

En un mismo músculo existen diferencias en la duración de las distintas unidades motoras. En la práctica, para hacer una valoración correcta, se calcula la duración media de 20 potenciales distintos como mínimo y aun así, se admite una desviación estándar de $\pm 20\%$.

e) Frecuencia

La frecuencia es el número de veces que se repite el potencial por unidad de tiempo (normalmente un segundo). Se puede medir en hertzios (Hz) o en ciclos por segundo (c/s) (KIMURA, 1989).

Las frecuencias del potencial de unidad motora van aumentando según la intensidad de la contracción muscular. Cuanto más corta es la duración del potencial, mayor es la frecuencia. La máxima frecuencia observada durante la contracción máxima en sujetos normales está comprendida entre los 100 y los 200 Hz (WALTON, 1952).

BAZZOTTI (1999) estudió la proporción de descargas de baja frecuencia en reposo y apretamiento y concluyó que, en reposo, al menos del 30% al 40% son frecuencias de menos de 50Hz, mientras que en el apretamiento son entre 100 y 250 Hz. Es sabido que los músculos poseen fibras con distinto tipo de frecuencia de descarga, por lo que el análisis matemático del espectro de frecuencias podría darnos una imagen histológico-funcional del músculo.

II.3.1.3. Aparatos de registro electromiográfico

El registro electromiográfico se compone de señales provenientes de fibras musculares y de otras señales que no interesan y que se denominan ruido. Hay muchas fuentes de ruido: la piel, campos electromagnéticos, artefactos de movimiento y otros aparatos eléctricos que pueden estar próximos al lugar de registro.

El aparato utilizado para la realización rutinaria de la electromiografía es el electromiógrafo, el cual en su versión básica, incluye los siguientes elementos:

a) Electrodos

Son los elementos que recogen los potenciales de acción muscular. Las características físicas y eléctricas de los mismos dictan la amplitud y otros aspectos de los potenciales que se desean estudiar (GYDIKOV et al., 1980; GULD et al., 1970).

Existen varios tipos de electrodos disponibles para la electromiografía: de superficie, de aguja concéntricos, de aguja bipolares, de aguja monopolar, intracelulares y multifilamentos.

- **Electrodos de superficie:** Se colocan en la piel, sobre la zona muscular que se desea estudiar. Registran la sumatoria de la actividad eléctrica procedente de múltiples fibras nerviosas de varias unidades motoras.

Están constituidos por pequeñas placas metálicas, redondas o cuadradas, hechas de plata o platino de diferentes dimensiones (media de 1 cm). Según la SENIAM (*Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles*), no existen diferencias importantes respecto a la utilización de electrodos según la forma (cuadrados, redondos, rectangulares u ovalados, aunque los más frecuentes son los circulares) pero sí varía la señal según el tamaño: hay un descenso de las señales de alta frecuencia registrada conforme aumenta el tamaño del electrodo por lo que se recomienda no superen los 10 mm en la dirección del músculo; en músculos pequeños, pueden ser de 2-3 mm. En la aplicación bipolar debe conservarse una distancia de centro a centro de los dos electrodos de 20 mm, aunque en músculos pequeños no debe exceder un cuarto de la longitud de la fibra muscular.

En su base están provistos de un adhesivo que permite la colocación estable sobre la piel y de una sustancia electrolítica que reduce la impedancia de los tejidos, favoreciendo la nitidez de la señal (HERMENS et al., 1986).

Se deben ubicar en la zona donde se pueda obtener la señal electromiográfica de mayor calidad y que sea estable. Los factores que más afectan a esta estabilidad son la presencia de puntos motores, de zonas tendinosas y la actividad de otros músculos cerca de los electrodos.

Debe colocarse un electrodo tierra o neutro sobre un tejido eléctricamente inactivo (huesos o tendones).

Las principales ventajas de los electrodos de superficie es que no producen dolor, son muy fáciles de colocar, las señales son reproducibles, siendo muy buenos para el estudio del movimiento.

Sus principales inconvenientes son que tienen una amplia zona de recogida de la señal y por tanto, tienen más probabilidad de registrar

señales de otros músculos adyacentes (efecto llamado “*cross-talk*”). Como ejemplo, cuando se monitoriza el músculo temporal anterior, se registran inputs de los orbiculares de los ojos, por lo que se registra mayor actividad de reposo en dicho músculo temporal cuando el paciente permanece con los ojos abiertos y parpadea. La señal del digástrico es una mezcla de las señales del digástrico, milohioideo, geniioideo, platisma, músculos genioglosos. La actividad del temporal posterior es muy sensible a la actividad eléctrica aumentada de los puntos gatillo en el trapecio, esternocleidomastoideo, cabeza del esplenio y posiblemente de los músculos posteriores del cuello y de registrar artefactos de movimiento.

Los registros con los electrodos de superficie pueden verse influenciados por factores como la resistencia y grosor de la piel, la grasa subcutánea, la humedad y temperatura, la actividad de los orbiculares anteriormente indicada y principalmente, por el posicionamiento de los electrodos sobre las áreas musculares. Para minimizar estos defectos, debe asegurarse una técnica estandarizada muy cuidada y protocolizada, al realizar sus mediciones (FERRARIO et al., 1991; BURDETTE y GALE, 1990).

- **Electrodos de aguja concéntricos:** Determinan el potencial de acción de una unidad motora. Están formados por una cánula de acero inoxidable, de 0,3 mm de diámetro con un alambre de plata o de platino de 0,1 mm de diámetro en el centro. Cuando la aguja está cerca de una fuente de actividad eléctrica, registra la diferencia de potencial entre el alambre central y el eje de la aguja (SILVER, 1958).
- **Electrodos de aguja bipolar:** La cánula de estos electrodos contiene dos finos alambres de acero inoxidable o platino, de diámetro un poco mayor que el de los anteriores. El electrodo registra la diferencia de potencial entre los dos alambres, sirviendo la cánula como neutro. Pueden detectar potenciales de zonas muy concretas.

- **Electrodos de aguja monopolar:** Están hechos de acero inoxidable y aislados, salvo en los 0,2 a 0,4 mm de su porción distal. El alambre, cubierto de teflón, tiene un diámetro medio de 0,8 mm. Precisa de un electrodo de superficie o de un segundo electrodo en el tejido subcutáneo como electrodo de referencia. Otro electrodo de superficie colocado sobre la piel sirve de neutro. Registra el potencial de una unidad motora aislada incluso durante contracciones voluntarias máximas (WIECHERS et al., 1979).
- **Electrodos intracelulares:** Son electrodos que penetran en fibras musculares individuales para registrar los cambios de potencial en la membrana (EKSTEDT, 1964). Están constituidos por un alambre de 25µm de diámetro montado en una cánula (STALBERG y TRONTELJ, 1979).
- **Electrodos multifilamentos:** Son electrodos que contienen al menos tres filamentos de alambre aislados (generalmente con unas dimensiones de 1x1 mm) en el interior de una cánula de acero común (BUCHTHAL, 1957). Uno de los alambres sirve como electrodo de referencia, mientras que la zona externa de la cánula sirve de neutro. Este tipo de electrodo ha sido ampliamente usado para estudiar la extensión del territorio ocupado por las fibras de una unidad motora aislada (BUCHTHAL et al., 1959) y para estimular fibras musculares aisladas (EKSTEDT, 1964).

En los músculos masticatorios, generalmente se emplean dos clases de electrodos, los de aguja o los de superficie, en función del objetivo del estudio. BELSER y HANNAM (1986) no hallaron diferencias significativas entre los registros intramusculares y superficiales de la actividad muscular del masetero.

Los electrodos de superficie se emplean cuando no quiere registrarse la actividad de una única unidad motora (en las neuropatías es necesario el estudio

de la actividad de una unidad motora en concreto o unas pocas unidades motoras concretas) sino la actividad general del músculo; así medimos la actividad simultánea o la interacción de la actividades de los músculos. Estos electrodos sólo pueden utilizarse en músculos superficiales. Se han utilizado para analizar músculos de posible acceso superficial como son el masetero, temporal y digástrico anterior (WOOD, 1987). Al ser una técnica no invasiva, no interfiere con la función natural, permite su uso en estudios longitudinales, con un seguimiento en el tiempo al ser mejor percibidos por los sujetos a estudiar, sobre todo si se trata de niños, evitando el discomfort y el efecto psicológico adverso de los electrodos de aguja.

La electromiografía de superficie es la más indicada para el estudio de la actividad muscular en reposo, ya que los electrodos de aguja aumentan la tensión de los sujetos y obtienen información de un área muscular muy reducida. (SGOBBI DE FARIA y BÉRZIN, 1998).

Por el contrario, los electrodos de aguja están más indicados para evaluar las neuropatías y la velocidad de conducción nerviosa.

b) Amplificador

Las señales electromiográficas son demasiado pequeñas (300 a 5 μV) para que puedan interpretarse sin amplificación. Dicha amplificación es referida como “ganancia”. Los amplificadores deben tener una gran ganancia pero no distorsionar la señal y su finalidad es la de amplificar los diminutos potenciales recogidos en el músculo, de tal forma que puedan visualizarse en la pantalla de un osciloscopio.

En el registro bipolar debe realizarse una amplificación diferencial, determinar lo que es común a los dos electrodos y lo que es diferente. Lo común

es el ruido y se desecha, y lo diferente es la señal que interesa y se mantiene. Este sistema de amplificación diferencial refiere muchas menos interferencias de los músculos adyacentes y de los más profundos. Tras la amplificación de la señal, se procede a su filtrado y posteriormente a la cuantificación de la misma.

c) Sistemas de registro y de almacenamiento de los datos

Antiguamente, se utilizaba el registro gráfico en la pantalla de tubo de rayos catódicos (osciloscopio) o algún medio de registro permanente (sobre papel, con plumillas y tinta). Era frecuente el uso simultáneo de ambos tipos de registro.

En la actualidad, el sistema de registro utilizado es la impresora láser, y se integra en los ordenadores desde los cuales se manejan los programas informáticos de cada sistema. Igualmente, estos ordenadores son los instrumentos encargados del almacenamiento permanente de los datos.

d) Altavoz

Es un medio indispensable, tan útil para el registro como la pantalla. A veces el oído proporciona una discriminación más fina que la visión de potenciales rápidos por el osciloscopio. Algunas características del electromiograma patológico se perciben mejor acústicamente que por visualización directa (KIMURA, 1989; GOODGOLD y EBESTEIN, 1972).

II.3.1.4. Análisis objetivo y cuantificación de la Electromiografía

Los registros electromiográficos raramente se utilizan en bruto en los estudios clínicos o de investigación, ya que normalmente la señal es tratada

eléctricamente. Para una mejor cuantificación de la señal EMG, se rectifican los picos positivos y negativos hacia una polaridad; de este modo, el registro puede ser visualizado más fácilmente. Después, se calcula por integración el área que queda debajo del pico.

El método más eficaz de cuantificación es la integración asimilada, en donde la señal rectificada se representa por una curva suave, de manera que la forma de la curva corresponde al área relativa en momentos sucesivos del registro. Esta forma de integración, o integración intermedia, permite determinar gráficamente cuándo un músculo es más activo, dando una idea del nivel de actividad, que se calcula con el área total por debajo de la curva o la amplitud media de la señal atenuada (MILLER et al., 1985). La señal integrada se expresa en mV/s o en μ V/s.

El siguiente paso es extraer de la señal los datos numéricos que la definan para poder hacer comparaciones con valores normales y con los obtenidos durante exámenes sucesivos. Es importante el procesamiento de la señal mediante el programa adecuado. La señal debe transformarse en un valor digital que sea procesable por el ordenador.

II.3.1.5. Relación tensión muscular - Electromiografía

La fuerza o tensión generada por un músculo varía en función de la longitud del mismo, pero también de la velocidad de contracción o acortamiento, y del número y de la frecuencia de reclutamiento de sus unidades motoras.

Los músculos aumentan su fuerza por activación de más fibras musculares o por aumento de su frecuencia de activación. Ambas respuestas dan lugar a un registro electromiográfico más intenso. Los potenciales de acción que actúan juntos aumentan la amplitud de la señal y los asíncronos aumentan el número de

picos. Es decir, hay un aumento de la amplitud y de la densidad de la señal electromiográfica, pero los valores obtenidos no siempre son directamente proporcionales a la fuerza muscular, por lo que sólo dan idea del esfuerzo muscular realizado.

La descarga EMG, cuando se valora objetivamente tratando la señal mediante integración, se relaciona con la tensión total desarrollada por el músculo cuando no ocurren cambios en su longitud. Es decir, parece existir una relación casi lineal entre la actividad electromiográfica y la fuerza muscular durante las contracciones isométricas (HARALDSON et al., 1985). Esto es más evidente en el masetero (TATE et al., 1994).

Los músculos cráneo-mandibulares están isométricamente activados durante el apretamiento dentario, pero cambian su longitud en el resto de las funciones, incluyendo la masticación, la deglución y la fonación.

En la actividad dinámica, salvo que se realice a velocidad constante, la relación no es lineal puesto que son muchos los factores que influyen en la producción de la fuerza: el tipo de contracción, la velocidad de la misma, la longitud de las fibras musculares... y puede haber una variabilidad en la generación de la fuerza sin que haya cambios en el número de unidades motoras activas.

La posición de la articulación hace variar la longitud de las fibras musculares, y esta longitud está relacionada con la fuerza que puede desarrollar el músculo, por lo que con una misma actividad muscular, según dicha longitud, se puede conseguir mayor o menor fuerza. Por lo que hay que ser cautos al estimar la fuerza por la señal electromiográfica cuando varios músculos atraviesan la misma articulación.

En resumen, el nivel de actividad EMG sugiere que el músculo desarrolla más fuerza o tensión muscular pero dicha tensión puede no estar directamente relacionada con el nivel de actividad EMG, ya que la ventaja mecánica y la dirección de los vectores de fuerza son parámetros adicionales que determinan el nivel de actividad muscular. Lo que sí indica es qué músculo es el más activo, e indirectamente nos sugiere si este músculo juega un papel directo durante una función específica. Con la EMG, podemos determinar si el sistema nervioso está reclutando activamente un músculo durante la función.

En relación al sexo, TATE et al. (1994) afirman que las mujeres necesitan más actividad muscular para generar una misma fuerza que los hombres.

II.3.1.6. Aplicaciones de la Electromiografía

WOZNIAK et al. (2015), tras su revisión realizada sobre la literatura publicada hasta la actualidad, concluyen que los usos clínicos más importantes de la electromiografía de superficie son: el diagnóstico y tratamiento de la disfunción cráneo-mandibular, la evaluación de las alteraciones sobre el sistema estomatognático en sujetos con maloclusión, y la monitorización de los tratamientos ortodóncicos.

Las mediciones EMG tienen gran valor para estudiar la simetría bilateral de la actividad muscular y los cambios que se producen tanto en la relajación muscular, como en las manipulaciones terapéuticas durante los registros.

Las mediciones durante el reposo permiten saber si la mandíbula está realmente en una posición de reposo muscular o no, ya que si los músculos no están en reposo, se fatigan y predisponen a padecer dolor miofascial (COOPER y LUCENTE, 1989).

Con los datos de la EMG en reposo podemos determinar qué músculos tienen una actividad elevada y comparar ambos lados para detectar asimetrías. El aumento de los valores EMG durante el reposo puede tener varias causas, debiendo interpretarse junto al resto de los registros (MARTÍN y ALARCÓN, 2001):

- *Temporal*: cuando su actividad es mayor puede existir un desplazamiento posterior de la mandíbula. Además, es un músculo susceptible de sufrir sobrecargas posturales. Si existe dolor en el lado hipertónico puede tratarse de un espasmo.
- *Masetero*: su actividad suele estar elevada durante el reposo con menos frecuencia que la del temporal, ya que no es un músculo postural. Su estado se evalúa mejor durante el apretamiento.
- *Digástrico*: cuando registramos su actividad, también recogemos información de los músculos platisma, milohioideo y suprahiideo, de gran importancia en la disfunción cervical. Su actividad está elevada en reposo en casos de lordosis y posturas cervicales forzadas, y también en pacientes con interposición lingual en mordidas abiertas anteriores o laterales.

La EMG durante el máximo apretamiento voluntario en máxima intercuspidadación puede utilizarse para medir la capacidad funcional de los músculos masticatorios, evaluando su facultad para contraerse. De la misma manera que para el reposo, también se puede comprobar si hay asimetrías entre un lado y otro durante el apretamiento.

Todas las funciones orales se pueden estudiar electromiográficamente, como la masticación, deglución, movimientos bordeantes mandibulares, fonación, analizando los músculos más activos, orden de activación, asimetrías o reclutamiento muscular.

MOSS (1975) sugiere el estudio electromiográfico tras los tratamientos de ortodoncia para comprobar la estabilidad oclusal conseguida y evaluar la necesidad de tallado selectivo. Para este autor, esta utilidad de comprobación del confort neuromuscular tanto en férulas, tratamientos rehabilitadores y ortodoncia debería justificar en sí el empleo de la electromiografía en la clínica, para asegurar la calidad de nuestros tratamientos y evitar causar daños involuntarios al paciente.

La otra gran utilidad de la electromiografía en la clínica es el biofeed-back, que utiliza la electromiografía para el control del aprendizaje en mordidas abiertas con deglución atípica, hipotonicidad labial, problemas de fonación, etc.

II.3.2. KINESIOGRAFÍA

II.3.2.1. Definición

La kinesigrafía aplicada, según la define EVERSAUL (1977), es todo lo relativo a la dinámica de la musculatura lisa y estriada y al impacto de tales funciones sobre las entidades estructurales, procesos de curación y resistencia a la enfermedad.

En el campo del sistema estomatognático, la kinesigrafía mandibular sería el seguimiento y análisis del movimiento mandibular para describir eventos motores. Actualmente, la kinesigrafía es un método complementario para el estudio de los componentes musculares, ligamentosos, óseos y oclusales del sistema masticatorio, siendo de aplicación tanto para propósitos diagnósticos como para investigación clínica (JANKELSON, 1990).

II.3.2.2. Sistemas de registro kinesiográfico

Un sistema de registro kinesiográfico mandibular debe cumplir los siguientes requisitos y criterios para proporcionar unos datos reproducibles y fiables (JANKELSON et al., 1975):

- Las relaciones de la mandíbula con el maxilar deben establecerse en tres dimensiones.
- El suministro de datos debe ser continuo, para permitir el análisis de los componentes dinámicos de la función mandibular.
- El sistema no debe invadir el plano oclusal, para que no interfiera o modifique la propiocepción.
- No debe haber estructuras de alambre que sobresalgan de la boca, para evitar estímulos propioceptivos no naturales y minimizar las limitaciones mecánicas al movimiento mandibular.
- Para que el sistema sea práctico, el tiempo de montaje debe ser el mínimo y el sistema tiene que sostenerse a sí mismo.
- Las mediciones, en la vecindad del plano oclusal, han de tener una exactitud de unos 0,1mm.
- El sistema debe ser operable por el personal dental, sin especial preparación electrónica.

Cumpliendo estos requisitos, los instrumentos de registro del rastreo mandibular utilizados en la actualidad son el Sirognathograph (LEWIN et al., 1974) y el Kinesiógrafo mandibular (JANKELSON et al., 1975), y están basados en el electromagnetismo; captan la localización espacial de un imán adherido a la cara vestibular de los incisivos inferiores, el cual no interfiere con los estímulos propioceptivos ni limita la amplitud del movimiento mandibular. Cuando la mandíbula se mueve en el espacio bajo el control de la musculatura, cada uno de los sensores responde a los cambios que se producen en la intensidad del campo magnético al variar la distancia del imán. Ambos sistemas pueden conectarse a un

ordenador y digitalizar sus registros para así poder cuantificar y valorar en detalle (NEILL y HOWELL, 1986)

II.3.2.3. Registros kinesiográficos y sus aplicaciones

La información que ofrecen los sistemas kinesiográficos es muy amplia, incluyendo: estudio de la trayectoria de apertura y cierre mandibular, máxima apertura, movimientos bordeantes de la mandíbula, posición de reposo mandibular, espacio libre interoclusal, desviaciones mandibulares, prematuridades, velocidad de apertura y cierre, relación espacial entre relación céntrica y oclusión céntrica, el estudio kinesiológico de la masticación, deglución, bruxismo, fonación, y en general, cualquier característica de la dinámica mandibular (JANKELSON, 1990; JANKELSON et al., 1975).

Se puede estudiar la trayectoria y el rango de apertura y cierre mandibular tanto en el plano sagital como frontal, comprobando si existen desviaciones.

El estudio de la velocidad de apertura y cierre es importante en el diagnóstico de problemas articulares o musculares. Para estudiar alteraciones de la velocidad (disquinesias) y bradiquinesias (movimientos lentos), se manda al paciente abrir y cerrar normal primero y después lo más rápido que pueda. Las curvas irregulares con disminución de la velocidad de apertura-cierre son indicativas de la patología articular o muscular. La velocidad puede encontrarse disminuida en pacientes que requieren una acomodación muscular y articular excesiva por oclusiones traumáticas, o en pacientes con fracturas o sensibilidad dentaria que temen cerrar con fuerza (MARTÍN y ALARCÓN, 2001).

Asimismo, se puede analizar la trayectoria mandibular en los movimientos excursivos bordeantes de protrusiva y lateralidades, comprobándose la restricción al movimiento, asimetrías y forma de la curva (MARTÍN y ALARCÓN, 2001).

El estudio kinesiográfico de la masticación incluye el análisis de la frecuencia de los ciclos, lapso de tiempo de cada ciclo, patrón masticatorio, velocidad y duración de cada fase de ciclo, preferencia masticatoria, excursiones laterales y verticales y el ángulo de aproximación a la posición de cierre.

En la deglución, el trazado nos indica la presencia de un patrón de deglución atípica si no coincide el punto final de la deglución con la máxima intercuspidad, pudiendo medir este espacio interoclusal de la deglución atípica.

CALLENDER (1984) propone diferentes situaciones clínicas donde está especialmente indicada la utilización del kinesiógrafo mandibular en pacientes ortodóncos:

- Asimetrías faciales.
- Mordidas cruzadas posteriores o anteriores.
- Desviaciones de línea media funcionales o dentarias.
- Degluciones atípicas con interposición lingual.
- Problemas de permeabilidad de vías aéreas.
- Limitación de movimientos mandibulares.
- Problemas crónicos de oídos.
- Dolor articular a la palpación.

II.4. RELACIÓN OCLUSIÓN-ACTIVIDAD NEUROMUSCULAR

El ortodoncista, debido a su papel como rehabilitador de la oclusión de sus pacientes (sobre dientes naturales fundamentalmente), necesita saber qué relación existe entre la oclusión y la función muscular y funcional mandibular.

Sin embargo, los estudios que analizan la oclusión o la maloclusión como factor relacionado con la actividad EMG de los músculos masticatorios y la funcionalidad de los movimientos mandibulares han dado resultados muy variables y contradictorios.

Ya en 1977, el estudio realizado por HELKIMO et al., sugirió que la actividad de los músculos masticatorios en máximo esfuerzo dependía de factores oclusales tales como el número de contactos oclusales posteriores.

Los estudios de BAKKE (1993) y BAKKE et al. (1992a) encuentran que la estabilidad oclusal está relacionada con la actividad muscular, de manera que sujetos con una mayor estabilidad oclusal muestran menores tiempos de contracción (permitiendo más pausas) y mayores potenciales EMG durante la masticación y el apretamiento, que sujetos con una menor estabilidad oclusal. Los sujetos con una mayor estabilidad oclusal tendrían por tanto, una mayor eficacia masticatoria.

FERRARIO et al. (2002) estudian la relación entre el número de contactos oclusales y la actividad muscular en máximo apretamiento en una muestra compuesta por 23 sujetos jóvenes con oclusión normal, encontrando que a mayor número de contactos oclusales, mayor actividad EMG tanto para el masetero como para el temporal anterior.

CÁRDENAS y OGALDE (2002) demuestran en su estudio comparativo entre un grupo de sujetos prognáticos con otro grupo control normo-oclusivo, que al tener ambos una oclusión balanceada, aunque el número de puntos de contacto sea mayor en el grupo control que en el grupo prognático, la actividad EMG del masetero durante el máximo apretamiento no es significativamente diferente entre ambos grupos. Estos autores encuentran que la estabilidad oclusal (y por tanto la actividad EMG) está más relacionada con la distribución de los puntos de contacto que con el número de puntos de contacto inter-arcadas o de la oclusión.

En la misma línea, los estudios de WILDING (1993) y WILDING et al. (1992) encuentran que el número de contactos oclusales no está relacionado con la eficacia masticatoria ni con un patrón de masticación concreto (preferencia por un lado de masticación).

Todavía está en controversia si el número de contactos oclusales son más importantes en la coordinación neuromuscular, o si sólo la presencia de los dientes naturales (con su mecanismo de propiocepción de los tejidos periodontales) juega el papel fundamental en el control de la actividad muscular (TARTAGLIA et al., 2008).

En esta línea, el estudio de WANG et al. (2013) demuestra una compleja integración entre la función de los músculos elevadores mandibulares al encontrar una relación significativa entre un mayor número de contactos oclusales y una mayor fuerza de mordida y una actividad EMG submáxima durante el máximo apretamiento voluntario, de tal manera que se requiere un menor esfuerzo muscular en el apretamiento cuando tenemos una situación de estabilidad oclusal, para conseguir una fuerza de mordida máxima. Es decir, una situación de estabilidad oclusal conlleva una ventaja mecánica significativa.

Diversos autores sí encuentran relación entre diferentes maloclusiones y la coordinación masticatoria, encontrando un patrón de masticación más asimétrico, irregular y desequilibrado en el caso sujetos con maloclusión al compararlos con un grupo control normo-oclusivo. Estas conclusiones se extraen de los estudios de DEGUCHI et al. (1995; 1994) para las maloclusiones de clase III y de clase II respectivamente, y del estudio de FERRARIO et al. (1999) para la maloclusión de mordida cruzada posterior.

MORENO et al. (2008) también encuentran relación entre las diferentes maloclusiones estudiadas (clases II y III de Angle, mordida abierta, sobremordida aumentada y mordida cruzada posterior) y la actividad muscular del sistema estomatognático, no sólo durante la masticación, sino también durante el máximo apretamiento y la deglución.

Por el contrario, MARTINEZ-GOMIS et al. (2009) no observan en su estudio relación entre el factor de asimetría oclusal (diferente clase molar en un lado y otro, o presencia de mordida cruzada en un lado o asimetría en las guías excursivas) y la lateralidad masticatoria (lado de preferencia masticatoria).

La investigación realizada por SCOPEL et al. (2005) compara la actividad EMG del músculo masetero y del temporal anterior durante el reposo entre sus dos grupos control, uno sano (asintomático, ausente de patología disfuncional) pero con maloclusión moderada-severa y el otro grupo control sano y con oclusión ideal (el grupo experimental es el grupo con disfunción craneomandibular). Este estudio no encuentra diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos controles, aunque la actividad EMG para ambos músculos era ligeramente mayor en el grupo con maloclusión. Como señala el autor, estos resultados podrían indicar que los factores oclusales en el grupo control maloclusivo sano no son suficientes para desencadenar signos y síntomas de disfunción cráneo-mandibular (DCM), pero alteran en cierta medida el patrón muscular durante el reposo hacia la hiperactividad.

El estudio de FERRARIO et al. (2006) no encuentra diferencias significativas en el patrón de actividad muscular de los músculos masetero, temporal anterior y esternocleidomastoideo durante el máximo apretamiento voluntario, cuando compara dos grupos de jóvenes sanos (libres de DCM): uno con Clase I de Angle “completa” (clase I molar y canina bilateral y simétrica \pm 1mm) y otro con clase I de Angle “parcial” (relación de clase I molar o canina en 1 a 3 localizaciones, y el resto clase II o III). Esta falta de diferencias neuromusculares entre sujetos con oclusión “ideal” (clase I molar y canina bilateral) y sujetos con oclusión “no completamente ideal” está en línea con algunas corrientes que consideran la oclusión fisiológica como el estado de equilibrio funcional entre todos los tejidos y estructuras del sistema masticatorio, independientemente de una perfecta morfología maxilo-mandibular y/o de los contactos dentarios (McNEILL, 1997).

RODRIGUES y FERREIRA (2004) tampoco encuentran diferencias estadísticamente significativas cuando comparan la actividad EMG del masetero en máximo apretamiento en tres grupos de mujeres jóvenes, uno con oclusión ideal, otro con maloclusión de clase I (como apiñamiento, sobremordida, mordida cruzada) y otro con clase II división 1ª, concluyendo que la maloclusión no influye en el patrón EMG del músculo masetero. Los resultados de este estudio se explicarían a partir de la adaptación muscular y la flexibilidad del sistema estomatognático. La influencia de las interferencias oclusales depende así de dónde actúan y de la capacidad de adaptación de cada persona.

Este resultado está en contraposición con lo observado por HARPER et al. (1997) y PANCHERZ (1980), que afirman que en individuos con clase II división 1ª los valores EMG del músculo masetero están disminuidos con respecto a los sujetos con clase I.

La fuerza de mordida durante el apretamiento voluntario se origina por el control del SNC sobre los músculos elevadores, y se ajusta de manera refleja por estímulos periféricos (TRULSSON, 2006) para evitar posibles daños sobre las estructuras implicadas (NICKEL et al., 2003).

FERRARIO et al. demuestran con dos estudios diferentes sobre individuos jóvenes sanos con una oclusión normal, que al introducir una única interferencia oclusal asimétrica de 200 μm de grosor durante el máximo apretamiento, se produce inmediatamente un patrón oclusal asimétrico que provoca alteraciones no sólo en los músculos masticatorios (FERRARIO et al., 1999), sino también en la musculatura cervical, alterándose el patrón previamente simétrico del músculo esternocleidomastoideo (FERRARIO et al., 2003).

Sin embargo, cuando se tienen en cuenta los contactos naturales mediotrusivos durante la función de masticación (FUENTES et al., 2015a) y durante el rechinar dentario (FUENTES et al., 2015b), estos estudios no han observado diferencias significativas en el patrón de actividad EMG de los músculos masetero y esternocleidomastoideo entre un grupo de sujetos normo-oclusivos con un contacto en el lado de no trabajo durante el movimiento de lateralidad mandibular y otro grupo sin este contacto mediotrusivo. Estos hallazgos defienden la idea de que el SNC domina sobre los estímulos periféricos oclusales en el control de los músculos masticatorios y cervicales.

Con respecto a los parámetros kinesiográficos, KONCHAK et al. (1988) no observan diferencias en su estudio entre sujetos con distintas oclusiones según la clase molar de Angle y el espacio libre vertical durante la posición de reposo mandibular.

Como resumen, podríamos citar a SUVINEN y KEMPPAINEN (2007), que en una revisión realizada sobre 142 estudios sobre electromiografía se concluye que, hoy en día, todavía no está clara la relación entre las interferencias oclusales

y la función estomatognática, la disfunción craneomandibular y la rehabilitación funcional.

III. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hasta donde conocemos, no ha sido publicado en la literatura científica ningún estudio que nos muestre cuál es la actividad neuromuscular y los movimientos mandibulares de una muestra de individuos con oclusión ideal en nuestro país. Por lo tanto, no existen unos criterios de normalidad funcional de la población española que nos puedan servir como valores de referencia en nuestros estudios.

A su vez, también existe controversia entre los diferentes estudios consultados, con respecto al dimorfismo sexual observado en los parámetros electromiográficos y kinesiográficos considerados normales.

Por tanto, la hipótesis formulada es la siguiente:

“No existen diferencias en el patrón neuromuscular, en cuanto a las características electromiográficas y kinesiográficas, entre un grupo de hombres y un grupo de mujeres adultos jóvenes con oclusión ideal”

IV. OBJETIVOS

Los objetivos marcados en esta investigación son los siguientes:

1. Describir la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios en una población de adultos jóvenes españoles, con una oclusión estática y dinámica ideal, durante el reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento voluntario.
2. Cuantificar las diferencias entre los músculos del lado derecho e izquierdo mediante los índices de asimetría, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario.
3. Comparar cuantitativamente la contribución relativa del masetero y del temporal anterior en cada sujeto, mediante los índices de actividad, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario, y mediante el ratio masetero/temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario.
4. Estudiar la presencia de cuplas entre los músculos masetero y temporal anterior, que laterodesvíen la mandíbula, mediante los índices de torque, durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario.
5. Describir los parámetros kinesiográficos de los movimientos mandibulares durante la máxima apertura-cierre, movimientos bordeantes excursivos (protrusiva y lateralidades), posición de reposo mandibular y deglución, en esta misma población con oclusión ideal.
6. Comparar las diferencias entre hombres y mujeres en todos los parámetros electromiográficos y kinesiográficos analizados.

V. MATERIAL Y MÉTODO

El material y método se desarrolla según el siguiente esquema:

V.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

V.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

V.3. ESTUDIO CLÍNICO

V.3.1. HISTORIA CLÍNICA

V.3.2. EXPLORACIÓN CLÍNICA

V.3.3. MODELOS DE ESTUDIO

V.3.4. FOTOGRAFÍAS

V.4. ESTUDIO RADIOGRÁFICO Y CEFALOMÉTRICO

V.4.1. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

V.4.2. TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO

V.4.3. ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO

V.5. ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO

V.5.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO

V.5.2. VARIABLES RESPUESTA

V.5.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN EMG

V.5.3.1. Calibración

V.5.3.2. Colocación de los electrodos

V.5.3.3. Mediciones

V.5.3.4. Reproducibilidad de los registros

V.6. ESTUDIO KINESIOGRÁFICO

V.6.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO

V.6.2. VARIABLES RESPUESTA

V.6.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN KINESIOGRÁFICA

V.6.3.1. Colocación del imán

V.6.3.2. Colocación del arco facial

V.6.3.3. Comprobación de la alineación

V.6.3.4. Mediciones

V.6.3.5. Reproducibilidad de los registros

V.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

V.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La muestra de este estudio está compuesta por 39 sujetos de raza caucásica (17 hombres y 22 mujeres) con oclusión ideal, de edades comprendidas entre los 20 y los 38 años.

Los sujetos fueron seleccionados de entre los alumnos de la Licenciatura de Odontología y de Medicina, del Máster de Ortodoncia, así como de entre el profesorado de la Facultad de Odontología de la U.C.M.

Todos los sujetos recibieron explicaciones detalladas de los objetivos y diseño del estudio antes de su comienzo y acordaron participar mediante la firma del consentimiento informado.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Después de completar una historia médica y dental, los sujetos fueron evaluados clínicamente y se procedió a la toma de los siguientes registros: modelos de estudio, fotografías, radiografías panorámica y telerradiografía lateral de cráneo y análisis cefalométrico.

Dos investigadores diferentes evaluaron clínicamente a todos los sujetos y sus registros, debiendo coincidir el criterio de ambos en determinar si los sujetos cumplían los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Sólo entonces, se procedía a realizar el estudio electromiográfico y kinesiográfico.

Los criterios de inclusión y exclusión de nuestro estudio se detallan a continuación.

Criterios de Inclusión:

- Adultos jóvenes de raza caucásica.
- Clase I molar y canina bilateral.
- Resalte y sobremordida de 2-4 mm.
- Ausencia de mordida cruzada anterior o lateral.
- Buen alineamiento de las arcadas dentarias, con ausencia de (o leve) apiñamiento y/o diastemas.
- Clase I esquelética:
 - Según Steiner: ángulo ANB comprendido entre 0° a 4°.
 - Según Ricketts: convexidad facial entre 0 y 4 mm.
 - Según el análisis de Wits: valor de -2 a +2 mm.

Criterios de exclusión:

- Ausencia o pérdida dentaria (a excepción de los cordales).
- Signos clínicos o síntomas de disfunción cráneo-mandibular (chasquido, crepitación, dolor muscular y/o articular, limitación de los movimientos mandibulares, luxación con o sin reducción).
- Hábitos parafuncionales (bruxismo).
- Asimetría esquelética o desviación funcional mandibular.
- Caries o enfermedad periodontal.
- Deslizamiento entre la posición de relación céntrica y la de máxima intercuspidad mayor o igual a 1,5 mm.
- Tratamiento ortodóncico previo o actual.
- Enfermedad sistémica o medicación crónica.

V.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trata de un estudio observacional transversal analítico de una muestra de sujetos sanos con oclusión ideal, donde se valoran las características electromiográficas y kinesiográficas que presentan y se evalúa el dimorfismo sexual de la muestra.

V.3. ESTUDIO CLÍNICO

V.3.1. HISTORIA CLÍNICA

Dividimos la anamnesis y la exploración clínica en tres apartados: general, buco-dental y ortodóncica.

Historia general: se preguntó sobre los antecedentes personales del sujeto, el embarazo y el parto, enfermedades infecciosas, problemas otorrinolaringológicos y respiratorios (hipertrofia amigdalар y/o adenoidea), alergias, antecedentes de traumatismos o de intervenciones quirúrgicas fundamentalmente en la zona buco-facial, enfermedades generales e ingesta de medicamentos.

Historia buco-dental: se indagó sobre la presencia de dolores orofaciales y/o dentales, dolores y/o ruidos articulares, dolor y/o fatiga muscular, bloqueos mandibulares, así como antecedentes infecciosos y/o traumáticos.

Historia ortodóncica: se interrogó sobre antecedentes familiares maloclusivos, presencia de hábitos como succión digital, chupete, onicofagia y bruxismo y se pregunta si habían recibido algún tipo de tratamiento ortodóncico previo.

V.3.2. EXPLORACIÓN CLÍNICA

Se realizó un examen extraoral, intraoral y funcional.

Examen extraoral: se estudió la cara de frente y de perfil, anotando el tipo facial, clase esquelética y posibles asimetrías.

Examen intraoral: se valoró la higiene bucal y se estudiaron las partes blandas (encías, mucosa bucal, frenillos, lengua, amígdalas, región sublingual y labios), los dientes (anomalías de número, tamaño, forma, color, caries, dolor, ausencias, sensibilidad o movilidad), la oclusión (relación molar, relación canina, resalte, sobremordida y relación transversal de las arcadas), el alineamiento dentario y la discrepancia óseo-dentaria (existencia de apiñamiento y/o diastemas).

Examen funcional: se exploró la respiración (nasal o bucal), deglución (normal o atípica), función lingual (interposición lingual) y sellado labial. Se valoró la musculatura masticatoria y la articulación temporo-mandibular (presencia de ruidos articulares, dolor a la palpación, limitación de los movimientos mandibulares, luxación con/sin reducción) mediante la palpación muscular y articular y se exploró la dinámica mandibular realizando las trayectorias de apertura y cierre mandibular, protrusiva y lateralidades derecha e izquierda, así como la posición de relación céntrica, para valorar la existencia de guía anterior y guías caninas o función de grupo en los movimientos de disclusión, detectando posibles prematuridades e interferencias.

V.3.3. MODELOS DE ESTUDIO

Los modelos de estudio se realizaron a partir de impresiones de alginato (Proclinic®). Para considerar válida una impresión, ésta debía estar centrada en la

cubeta, reproducir los fondos de vestíbulo y todas las zonas anatómicas sin arrastres, poros o perforaciones. Debía estar bien retenida en la cubeta y extenderse al menos un centímetro por distal al último molar erupcionado.

El vaciado se realizó en escayola blanca Stones Ortoquix® (Protechno) y los modelos se zocalaron y recortaron según el método utilizado en el Máster de Ortodoncia de la U.C.M.

V.3.4. FOTOGRAFÍAS

A cada sujeto se le realizó una serie completa de fotografías. Para ello, se utilizó una cámara digital Reflex CANON 300D, dental macro 1:2.8 100mm CANON, flash anular MACRO RING LITE MR-14EX de CANON y tarjeta de memoria tipo Compactflash ® (Scandisk), un espejo intraoral para las fotografías oclusales y dos separadores de labios de plástico transparente.

La serie completa de fotografías realizadas a cada sujeto la forman (Figura 15):

Fotografías extraorales:

- De frente en reposo
- De frente en sonrisa
- De perfil en reposo
- Tres cuartos

Fotografías intraolares:

- Frontal
- Lateral derecha
- Lateral izquierda
- Oclusal superior
- Oclusal inferior

Figura 15. Serie fotográfica



V.4. ESTUDIO RADIOGRÁFICO Y CEFALOMÉTRICO

Las radiografías fueron tomadas en el Servicio de Radiología de la Facultad de Odontología de la U.C.M. mediante un aparato de rayos marca Gendex® (Philips)

V.4.1. RADIOGRAFÍA PANORÁMICA

Empleada para conocer el estado de las raíces dentarias, así como la presencia de quistes, alteraciones del hueso alveolar, etc (Figura 16).

Figura 16. Radiografía panorámica



V.4.2. TELERRADIOGRAFÍA LATERAL DE CRÁNEO

Empleada para determinar el patrón facial y la clase esquelética. Se descartaron aquellas telerradiografías en que la distancia entre los puntos Gonion (Go) de ambas ramas mandibulares fuera superior a 5 mm (MORENO, 1967) (Figura 17).

Figura 17. Telerradiografía lateral de cráneo



V.4.3. ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO

De manera manual, se realizaron los trazados y las siguientes mediciones cefalométricas:

- Cefalometría de Steiner (STEINER, 1953): ángulo ANB.
- Cefalometría de Ricketts (RICKETTS, 1960): convexidad facial.

- Análisis de Wits (JACOBSON, 1975)
- Cefalometría de Jarabak (SIRIWAT y JARABAK, 1985): cociente de alturas faciales

El ángulo ANB de Steiner (valores de 0° a 4°) (STEINER, 1953), la convexidad facial de Ricketts (valores de 0 a 4 mm) (RICKETTS, 1960) y el análisis de Wits (valores de -2 a +2 mm) (JACOBSON, 1975), se emplean para diagnosticar la clase I esquelética, uno de los criterios de inclusión de nuestro estudio.

El cociente de alturas faciales de Jarabak (SIRIWAT y JARABAK, 1985) se ha usado para indicar el patrón de crecimiento facial de los sujetos de nuestra muestra. Un cociente de alturas faciales entre 59-63% indica un patrón de crecimiento mesofacial; valores por encima señalarían un patrón braquifacial, mientras que valores menores indican un patrón dolicofacial.

V.5. ESTUDIO ELECTROMIOGRÁFICO

V.5.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO

Sistema Myotronics®

El estudio neuromuscular se realizó con el sistema Myotronics K6-1 Diagnostic System® (Myo-tronics Research, Inc. Seattle, WA) disponible en la sección de Electromiografía y Rehabilitación del Servicio de Rehabilitación de la Facultad de Odontología de la U.C.M.

El Myotronics es un sistema informático integrado que consta de un electromiógrafo (EM2), un Kinesiógrafo (K6), un electrosonógrafo (ESG) y un

estimulador eléctrico transcutáneo o TENS (Myo-Monitor), conectados a un ordenador Pentium I con un programa de software versión 2.11 para ejecutar todas las funciones (Figura 18).

Figura 18. Sistema Myotronics: electromiógrafo, kinesiógrafo, electrosonógrafo y TENS



Este sistema permite hacer un análisis simultáneo de la actividad de los músculos masticatorios, de la posición mandibular y de los movimientos mandibulares tanto en reposo como durante la función. Para realizar todos estos registros, existen 16 protocolos o “scans” definidos en el programa.

Electromiógrafo (EM2)

El electromiógrafo (EM2) del sistema K6-1 consta de 8 canales, que procesan los potenciales de acción derivados de los electrodos bipolares colocados sobre cuatro parejas de músculos: temporales posteriores, temporales anteriores, maseteros mediales y digástricos anteriores de ambos lados y de forma simultánea (Figura 19).

Los electrodos utilizados son electrodos bipolares de superficie de cloruro de plata desechables (DUO-TRODE EMG TRODES ®, Figura 20), colocados sobre la masa muscular y paralelos a las fibras musculares según la secuencia descrita por JANKELSON (1990).

Figura 19. Electromiógrafo de ocho canales

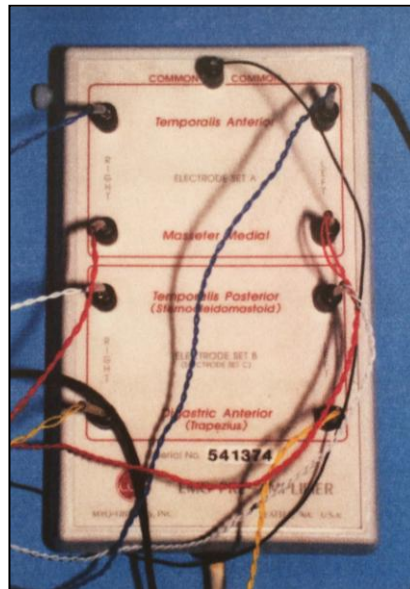


Figura 20. Electrodos bipolares de superficie y geles conductores



La actividad muscular se registra en reposo y en función. Las señales musculares se preamplifican 100.000 veces (en el modo reposo) y 10.000 veces (en el modo función) y después se ajustan ópticamente en la unidad de

procesamiento principal (MPU) que filtra, rectifica, digitaliza y archiva la información de cada músculo en la memoria. Este sistema desarrolla los ocho canales simultáneamente, pudiendo combinarse con los registros de los movimientos mandibulares.

V.5.2. VARIABLES RESPUESTA

Para cada variable electromiográfica estudiada, se realizó su análisis de la siguiente manera:

- a) Se describe para el conjunto del grupo normo-oclusivo
- b) Se describe separada por sexos
- c) Se compara entre el grupo de hombres y de mujeres

Las variables de la actividad muscular analizadas mediante electromiografía son:

A) Actividad electromiográfica (potenciales EMG)

Se registraron los potenciales de acción (en μV) de los siguientes músculos masticatorios:

- Temporal anterior (TA) derecho e izquierdo
- Masetero medial (MM) derecho e izquierdo
- Temporal posterior (TP) derecho e izquierdo
- Digástrico anterior (DA) derecho e izquierdo

Las mediciones se realizaron en las siguientes situaciones:

- Reposo clínico (registrando los músculos TA, MM, TP y DA)
- Deglución (registrando los músculos TA, MM, TP y DA)
- Masticación (registrando los músculos TA, MM, TP y DA)
- Máximo apretamiento voluntario (registrando el TA y MM)

Se valoró la actividad EMG en las situaciones de reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento voluntario, considerando la actividad media de cada uno de los músculos registrada.

B) Índices de Asimetría

Para cuantificar las diferencias entre los músculos del lado derecho e izquierdo en cada sujeto, se calcularon los Índices de Asimetría descritos por NAEIJE et al. (1989).

Los Índices de Asimetría se calcularon tanto en la posición de reposo como en máximo apretamiento voluntario, para cuantificar la asimetría de los músculos masetero y temporal anterior en conjunto (Índice de Asimetría Total) y de cada músculo, masetero (Índice de Asimetría del Masetero) y temporal anterior (Índice de Asimetría del Temporal anterior) por separado, según las siguientes fórmulas:

$$\text{Índ. Asimetría Total} = \frac{\text{MM derecho} + \text{TA derecho} - \text{MM izquierdo} - \text{TA izquierdo}}{\text{MM derecho} + \text{TA derecho} + \text{MM izquierdo} + \text{TA izquierdo}} \times 100$$

$$\text{Índ. Asimetría Masetero} = \frac{\text{MM derecho} - \text{MM izquierdo}}{\text{MM derecho} + \text{MM izquierdo}} \times 100$$

$$\text{Índ. Asimetría Temporal Anterior} = \frac{\text{TA derecho} - \text{TA izquierdo}}{\text{TA derecho} + \text{TA izquierdo}} \times 100$$

Los índices de asimetría oscilan entre -100% a +100%, donde el valor de 0 significa simetría absoluta, un valor positivo significa predominancia muscular del lado derecho y un valor negativo significa predominancia del lado izquierdo.

C) Índices de Actividad

Para comparar cuantitativamente la contribución relativa del masetero y del temporal anterior en cada sujeto, se calculó el Índice de Actividad descrito por NAEIJE et al. (1989), tanto en la posición de reposo como en máximo apretamiento voluntario, según la siguiente fórmula:

$$\text{Índ. Actividad} = \frac{\text{MM derecho} + \text{MM izquierdo} - \text{TA derecho} - \text{TA izquierdo}}{\text{MM derecho} + \text{MM izquierdo} + \text{TA derecho} + \text{TA izquierdo}} \times 100$$

El índice de actividad puede oscilar entre -100% a +100%, donde el valor de 0 significa una actividad completamente equitativa del masetero y del temporal anterior, un valor positivo significa prevalencia de la actividad muscular del masetero y un valor negativo significa prevalencia de la actividad muscular del temporal anterior.

D) Ratio Masetero/Temporal anterior en máximo apretamiento

Se realizó el cálculo del Ratio Masetero/Temporal anterior, tanto del lado derecho como del izquierdo, para valorar la verdadera contribución de cada músculo de manera ipsilateral durante el máximo apretamiento voluntario en cada individuo, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Ratio Masetero/Temporal anterior derecho} = \frac{\text{MM derecho}}{\text{TA derecho}}$$

$$\text{Ratio Masetero/Temporal anterior izquierdo} = \frac{\text{MM izquierdo}}{\text{TA izquierdo}}$$

Un valor del ratio de 1 indica una actividad igual del músculo masetero y del temporal anterior del mismo lado, un valor mayor de 1 indica mayor predominancia del músculo masetero sobre el temporal anterior ipsilateral y un valor menor de 1 indica mayor predominancia del músculo temporal anterior sobre el masetero ipsilateral.

E) Índices de Torque

Considerando la dirección de la fuerza resultante de los músculos masetero y temporal anterior, se puede producir una cupla o par de fuerzas con un efecto de desviación lateral de la mandíbula. De hecho, la resultante del temporal anterior de un lado es hacia arriba y hacia detrás, y la resultante del masetero contralateral se dirige hacia arriba y hacia delante; esto produce una cupla que podría desviar la mandíbula hacia el lado del temporal anterior. Fisiológicamente, esta cupla está equilibrada por el efecto de la cupla análoga generada en el otro lado, pero, si este equilibrio se rompe, se producirá una desviación lateral mandibular hacia el lado de la cupla predominante.

Se calculó el Índice de Torque (FERRARIO et al., 1993), tanto en la posición de reposo como en máximo apretamiento voluntario, para evaluar la presencia de una cupla predominante que desvía la mandíbula hacia el lado derecho (producida por el temporal anterior del lado derecho y el masetero izquierdo) o una cupla predominante hacia el lado izquierdo (producida por el temporal anterior izquierdo y el masetero derecho), según la siguiente fórmula:

$$\text{Índ. Torque} = \frac{\text{TA derecho} + \text{MM izquierdo} - \text{TA izquierdo} - \text{MM derecho}}{\text{TA derecho} + \text{MM izquierdo} + \text{TA izquierdo} + \text{MM derecho}} \times 100$$

El índice de torque oscila entre -100% a +100%, donde el valor de 0 significa una prevalencia equitativa entre la cupla derecha e izquierda (no existe torque lateral mandibular), un valor positivo significa una mayor prevalencia de la cupla hacia el lado derecho y un valor negativo significa una mayor prevalencia de la cupla hacia el lado izquierdo.

V.5.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN ELECTROMIOGRÁFICA

V.5.3.1. Calibración

Para asegurar la reproducibilidad y exactitud del método de recogida de los datos, antes de comenzar, el examinador fue entrenado para:

- Localizar el sitio de colocación de los electrodos siempre dentro de un área de 7 mm² sobre la masa muscular, para evitar diferencias provocadas por un emplazamiento de los electrodos.
- Utilizar unas instrucciones verbales comunes con todos los pacientes durante los registros.

El instrumento utilizado para registrar la actividad muscular (EM2) fue calibrado comparando los registros EMG con los obtenidos con otro electromiógrafo de electrodo de superficie (MEDELEC®).

V.5.3.2. Colocación de los electrodos

A) Localización muscular

Los electrodos se colocaron sobre el cuerpo de cada músculo, paralelos a sus fibras, siguiendo el protocolo descrito por JANKELSON (1990):

- **Masetero:** el operador se coloca detrás del paciente y palpa la masa muscular mientras se le indica al sujeto que apriete sus dientes en su oclusión habitual. Los electrodos se colocan sobre una línea oblicua desde el ojo hasta el ángulo de la mandíbula, unos 3 cm por encima y delante del ángulo goniaco.
- **Temporal anterior:** el cuerpo muscular también se palpa mandando al paciente apretar en máxima intercuspidación. Se colocan los electrodos verticalmente sobre el borde anterior del músculo, en la zona de la sutura fronto-parietal.
- **Temporal posterior:** se indica al paciente que coloque la lengua sobre el paladar y apriete. El electrodo se coloca de manera casi horizontal, paralelo al contorno postero-superior del pabellón auricular.
- **Digástrico (vientre anterior):** igualmente, el paciente presiona la lengua contra el paladar. El electrodo se coloca bajo la barbilla, paralelo al cuerpo mandibular, en el triángulo suprahiodeo.

B) Preparación y aplicación de los electrodos

Una vez localizado el punto exacto de registro muscular, se procedió del siguiente modo:

- Limpiamos la piel con una gasa impregnada en alcohol en los puntos de localización de los electrodos. Una vez limpia la zona, se espera a que seque completamente.
- A continuación, se retira la tira de protección de cada pareja de electrodos, se añade gel conductor con una jeringa y se pegan los electrodos, asegurándonos de que la parte adhesiva esté totalmente en contacto con la piel.
- Cortamos un electrodo por la mitad y lo colocamos sobre el cuello del paciente, en la parte posterior. Este es el electrodo neutro o “tierra”, que sirve de conexión a tierra para el preamplificador.
- Los electrodos deben quedar adheridos a la piel durante 5 minutos, sin registrar ninguna actividad, para que la piel pueda absorber el gel del electrodo y la resistencia eléctrica sea menor, mejorando la conducción de la señal.
- Después se conecta cada electrodo con el EM2 por medio de un cable con pinzas de cocodrilo. La conexión sólo es adecuada cuando la pinza está en contacto firme con el botón metálico del electrodo (Figura 21).

Figura 21. Electrodo conectados



C) Comprobación de artefactos en los electrodos

El EM2 incluye dos tests específicos para comprobar que no existen artefactos o “ruidos” en los electrodos, asegurándonos así de que la lectura que ofrecen corresponde a la actividad eléctrica muscular y no a otras fuentes:

- *Electrode Noise Test:* analiza la preparación de la piel, la calidad de los electrodos, la toma de tierra, la conducción de los electrodos y la existencia de fuentes cercanas que puedan producir ruido, como motores eléctricos.
- *Muscle Activity Test:* analiza si los electrodos están colocados correctamente.

Los tests de ruidos se ejecutaron antes de cualquier lectura electromiográfica de forma automática. El máximo ruido eléctrico permitido por el sistema es 1 μ V. Si se pasa el primer test, "*Electrode Noise Test*", automáticamente se activa el "*Muscle Activity Test*". Si algún electrodo no pasa estos tests, aparece un mensaje en la pantalla indicando en qué músculo está el problema, para resolverlo antes de proseguir.

V.5.3.3. Mediciones

Los registros se realizaron en ausencia completa de ruidos, en un entorno tranquilo y confortable. A cada paciente se le explicó lo que se le iba a realizar, para familiarizarle con los distintos aparatos, y así evitar situaciones de stress o tensión.

El paciente debía estar cómodamente sentado en una silla de respaldo recto, manteniendo una posición erecta natural, con sus manos sobre las rodillas y los pies firmemente apoyados en el suelo.

Se le indicó al paciente que mantuviera sus ojos cerrados durante las mediciones para evitar la influencia de los músculos orbiculares de los ojos, frontales y temporo-parietales sobre los registros EMG.

Se retiraron todos los objetos metálicos como cadenas, pendientes o diademas para evitar artefactos.

Antes de comenzar, realizamos varias pruebas para instruir al paciente y comprobar que las ejecutaba correctamente. A continuación, se registraron dos secuencias de cada prueba, para comprobar la semejanza entre las mismas. Una

diferencia entre los datos de una prueba y otra mayores del 2% era motivo de repetición de una tercera prueba para confirmar.

Para el estudio de la actividad muscular EMG hemos empleado los siguientes protocolos o *scans* del Sistema Myotronics:

- **Scan 9:** recoge la actividad EMG de los músculos temporal anterior, masetero, temporal posterior y digástrico anterior, derechos e izquierdos, durante el reposo mandibular, la deglución y la masticación.
- **Scan 11:** recoge la actividad EMG de los músculos temporal anterior y masetero, derechos e izquierdos, durante el máximo apretamiento voluntario.

Seguimos la siguiente secuencia en el registro de la actividad muscular eléctrica:

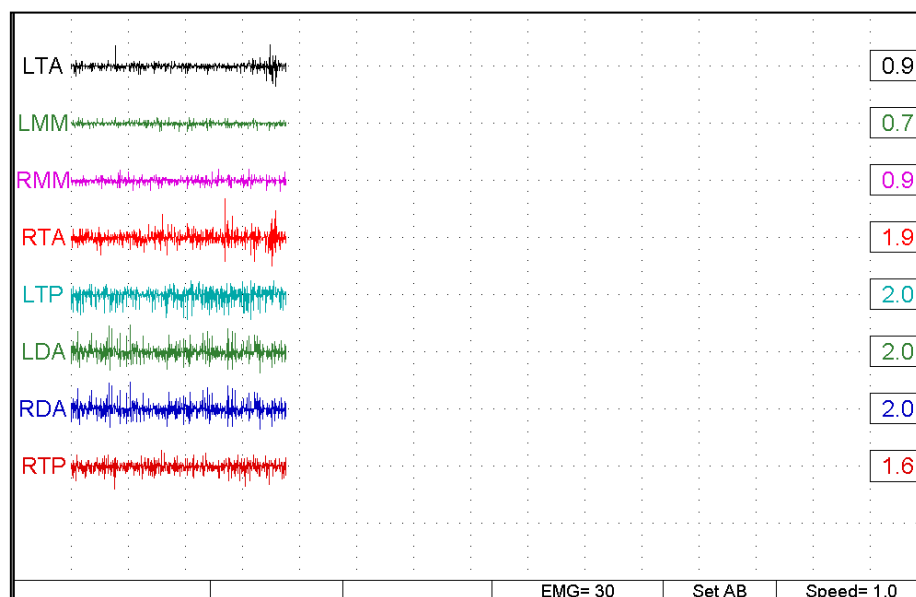
A) Registro de la actividad muscular en Reposo (Scan 9)

Para obtener la posición de reposo, se indujo a la relajación del paciente, cómodamente sentado, según lo indicado anteriormente; se le pide que humedezca sus labios, trague saliva y respire profundamente, relajando la mandíbula con los ojos cerrados. Se le habla con una voz tranquila y suave mientras se usan apoyos verbales con expresiones como “muy bien”, conforme se va relajando. Se le indica al sujeto que no hable ni mueva la mandíbula durante la prueba.

Se utilizó el Scan 9 del Software Myotronics, con una ganancia electromiográfica de 30 μ V, ya que la actividad media en reposo muscular da valores muy bajos y si no, no se permite la observación adecuada de la gráfica en el monitor (Figura 22).

Los registros se grabaron transcurridos al menos 2 minutos después de obtener una situación estable, sin fluctuaciones. Se realizaron varios registros consecutivos para cada sujeto.

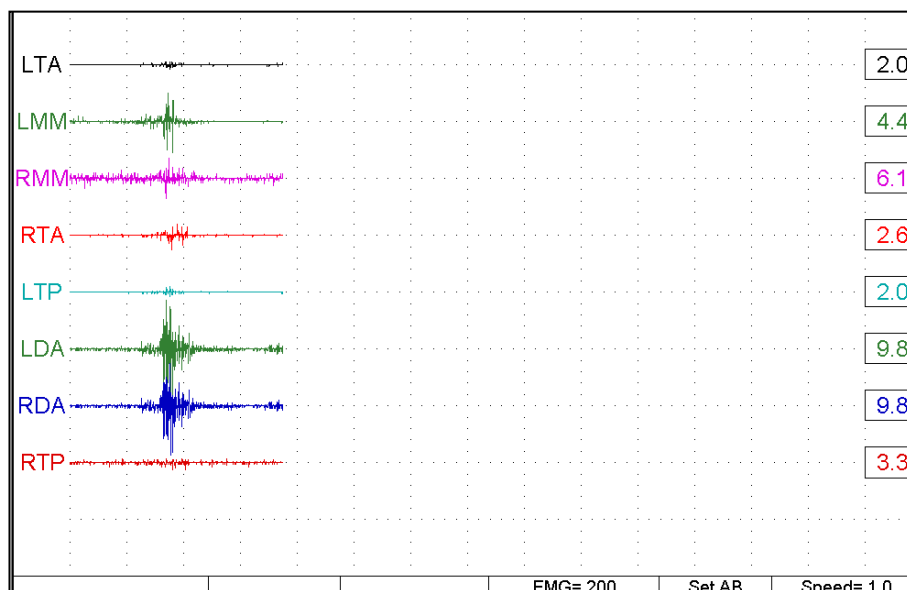
Figura 22. Registro EMG del Scan 9- Reposo en un sujeto con oclusión ideal



B) Registro de la actividad muscular en Deglución (Scan 9)

La actividad muscular fue registrada durante la ingestión de 1 dl de agua. Los sujetos fueron instruidos en tomar un sorbo de agua y mantener su mandíbula en la posición de reposo, tragar el agua y, después de la deglución, volver a la posición de reposo mandibular. Se dejó un periodo de descanso de 1 minuto entre cada deglución.

Se utilizó el Scan 9 del Myotronics con 30μV de ganancia, registrando la actividad EMG media de cada músculo (Figura 23).

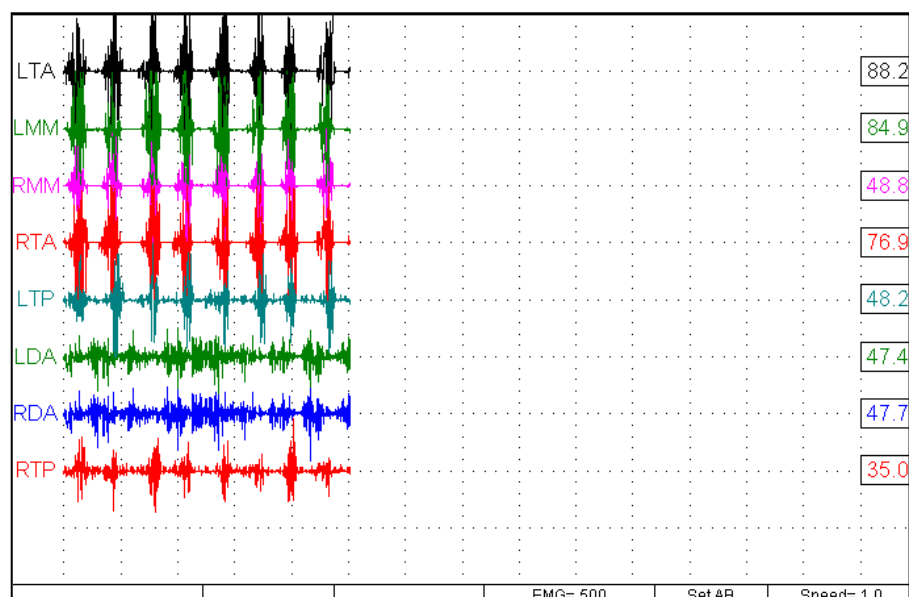
Figura 23. Registro EMG del Scan 9- Deglución en un sujeto con oclusión ideal

C) Registro de la actividad muscular en Masticación (Scan 9)

Se registró la actividad EMG durante la masticación natural de patatas fritas *chips* (Matutano onduladas®). Se hicieron grupitos homogéneos no muy grandes para evitar una masticación irregular.

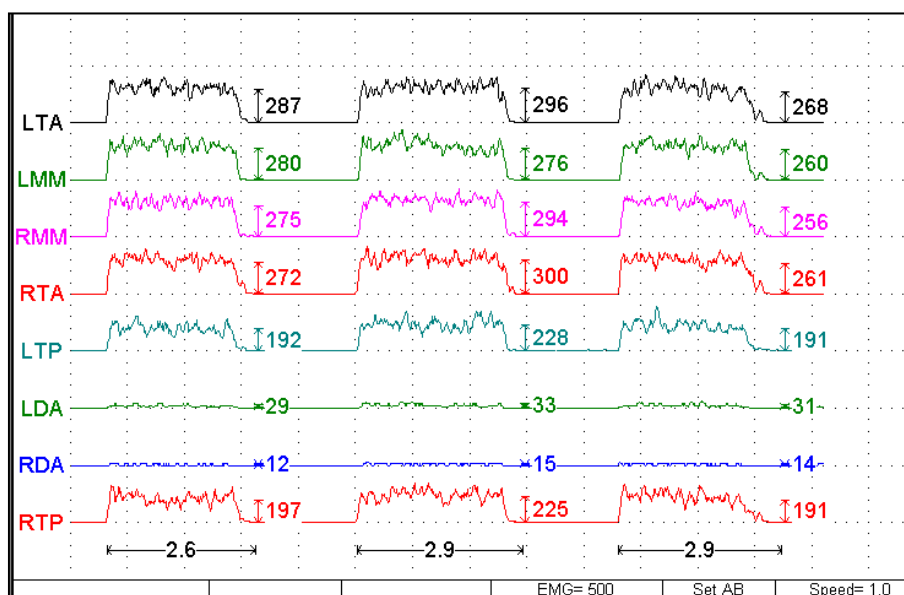
Se le indicó al paciente que comiera patatas fritas, sin dar más instrucciones ni detalles (para que lo hiciera del modo habitual de su masticación). Transcurridos unos segundos de masticación, cuando consideramos que la función era estable, comenzamos el registro EMG.

Utilizamos el Scan 9 del Myotronics con 30 μ V de ganancia, registrando la actividad EMG media (Figura 24).

Figura 24. Registro EMG del Scan 9- Masticación en un sujeto con oclusión ideal***D) Registro de la actividad muscular en Máximo apretamiento (Scan 11)***

El registro de la actividad EMG durante el máximo apretamiento voluntario en máxima intercuspidad se realizó mientras el operador instruía al paciente a morder lo más fuerte posible en esa posición. Varios registros de tres máximos apretamientos seguidos, de tres segundos cada uno, fueron registrados con un intervalo de descanso entre ellos de 2 minutos para evitar la fatiga muscular y se escogió el registro de mayor actividad EMG media, como registro más representativo del máximo apretamiento voluntario.

Se utilizó el Scan 11 del Myotronics con una ganancia de 100 μ V, puesto que son valores superiores a los de reposo (Figura 25).

Figura 25. Registro EMG del Scan 11- Máx.Apretamiento en un sujeto con oclusión ideal

V.5.3.4. Reproducibilidad de los registros

Para evaluar la reproducibilidad de los registros EMG, se compararon los resultados de varias mediciones consecutivas reproduciendo el protocolo utilizado en la toma de registros durante el reposo, comenzando con la colocación de los electrodos. Durante cuatro días se realizaron cuatro pruebas en cinco sujetos elegidos aleatoriamente, siguiendo el protocolo experimental. Los datos del primer día se compararon con los de los días siguientes utilizando un test ANOVA para comprobar si existían diferencias significativas.

V.6. ESTUDIO KINESIOGRÁFICO

V.6.1. EQUIPAMIENTO UTILIZADO

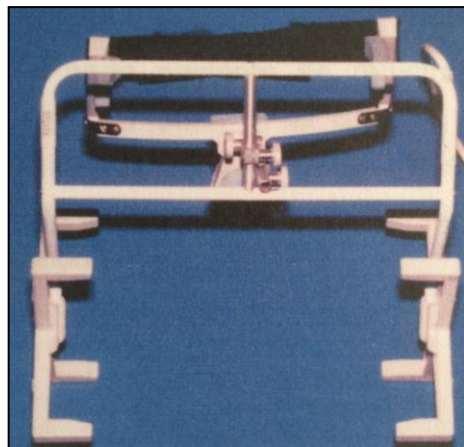
Kinesiógrafo (K6)

El estudio kinesiográfico se realizó con el kinesiógrafo K6 del Sistema Myotronics K6-1 Diagnostic System® (Myo-tronics Research, Inc. Seattle, WA).

El kinesiógrafo mandibular K6 consta de ocho sensores magnéticos, situados en dos aspas sobre un arco facial, que se fija a la cabeza del paciente por medio de unos cierres elásticos posteriores y un apoyo anterior fronto-nasal.

El arco facial se regula con unos tornillos para orientar los sensores paralelos al plano bipupilar y al plano de Frankfurt, de manera que no interfieran con el plano oclusal ni limiten la amplitud normal del movimiento mandibular. De esta manera, el sistema de sensores se mantiene en una relación constante respecto al cráneo, gracias al arco facial (Figura 26).

Figura 26. Arco facial del kinesiógrafo mandibular K6 del Sistema Myotronics



Los sensores reciben la señal de un imán colocado sobre las caras vestibulares de los incisivos inferiores mediante un adhesivo médico (Urihesive, Squibb®). Las dimensiones del imán son: 12,70 mm de largo, 6,35 mm de alto y 3,17 mm de ancho.

Cuando la mandíbula se mueve en el espacio, cada uno de los sensores responde a los cambios que se producen en la intensidad del campo magnético al variar la distancia del imán, con lo cual, los datos generados por el K6 representan la posición espacial del punto incisal de la mandíbula con relación al cráneo y el programa del Sistema Myotronics registra sus movimientos en los tres planos del espacio, reflejándolo en los “scans” para los registros kinesiográficos.

Además, la alta tecnología de los sensores hace que los datos sean prácticamente inmunes a movimientos de la cabeza del paciente, ruidos eléctricos u objetos metálicos, y el error máximo que puede cometer el kinesiógrafo es:

- Dentro del espacio clínico (7 mm x 8 mm x 8 mm): 0,5 mm
- Dentro del espacio total (50 mm x 50 mm x 30 mm): 3,0 mm

De esta manera, el kinesiógrafo localiza espacialmente la mandíbula.

V.6.2. VARIABLES RESPUESTA

Similarmente a las variables EMG, para cada variable kinesiográfica estudiada, se analizó de la siguiente manera:

- a) Se describe para el conjunto del grupo normo-oclusivo
- b) Se describe separada por sexos
- c) Se compara entre el grupo de hombres y de mujeres

Las variables del movimiento mandibular analizadas mediante kinesiografía fueron:

A) Trayectoria de máxima apertura-cierre mandibular

Se cuantifica en milímetros (mm) los siguientes parámetros desde la posición de máxima apertura a la de máxima intercuspidación:

- **Máxima apertura (movimiento vertical).**
- **Máxima desviación lateral (cierre):** debido a que la mandíbula en situación de máxima apertura tiende a centrarse, la máxima desviación lateral mandibular se mide desde la posición de máxima apertura a la posición de cierre en máxima intercuspidación, pudiendo desplazarse la mandíbula hacia la derecha o hacia la izquierda. Los autores de este estudio hemos consensuado el signo de la desviación de manera que, si durante el cierre bucal la desviación es hacia la derecha le damos signo positivo y si ésta es hacia la izquierda, sería negativo.

B) Trayectoria de protrusiva (mm)**C) Trayectoria de lateralidad derecha (mm)****D) Trayectoria de lateralidad izquierda (mm)****E) Posición de reposo mandibular**

Se miden las siguientes variables respuesta (mm) desde la posición de reposo a la de máxima intercuspidación:

- **Espacio libre vertical.**
- **Movimiento lateral:** se mide el movimiento lateral mandibular desde la posición de reposo a la posición de máxima intercuspidación, pudiendo

desplazarse la mandíbula hacia la derecha o hacia la izquierda. Los autores de este estudio hemos consensuado el signo de la desviación de manera que, si durante el cierre bucal la desviación es hacia la derecha le damos signo positivo y si ésta es hacia la izquierda, sería negativo.

F) Deglución

El análisis kinesiográfico del movimiento mandibular durante la deglución nos indica si el sujeto presenta un patrón de ***deglución normal o atípica***, y en este último caso, los milímetros de separación de las arcadas en el momento de la interposición lingual.

V.6.3. METODOLOGÍA CLÍNICA DE LA MEDICIÓN KINESIOGRÁFICA

V.6.3.1. Colocación del imán

El imán se colocó horizontalmente en el vestíbulo, a nivel de los incisivos centrales inferiores o ligeramente por debajo de éstos, orientado de modo que el bisel que presenta quedase hacia el lado izquierdo.

Limpiamos muy bien el vestíbulo bucal y la zona dentogingival de los incisivos centrales inferiores para eliminar la placa bacteriana y la saliva, retiramos el papel protector del adhesivo por ambas caras, pegamos el imán a una de las caras y la otra la colocamos sobre los dientes, haciendo una ligera presión digital; una vez colocado, esperamos unos minutos a que finalizase la adhesión.

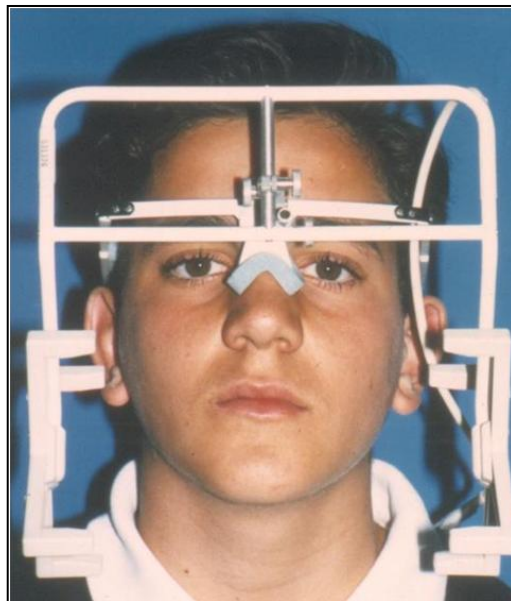
El imán colocado no debía contactar en ningún caso con los incisivos superiores durante el cierre bucal, ni ser desplazado por el frenillo labial inferior.

V.6.3.2. Colocación del arco facial

El arco facial se fijó a la cabeza del paciente con dos tiras adhesivas que se unen en la región occipital (Figura 27). La colocación es correcta cuando:

- Mirando al sujeto de frente, las ramas horizontales del arco eran paralelas al plano bipupilar y las ramas verticales perpendiculares al suelo.
- El lado derecho y el izquierdo se encuentran a igual distancia de la cara.
- Mirando al paciente desde arriba, las ramas horizontales del arco son perpendiculares al plano sagital y al medio.

Figura 27. Arco facial colocado junto a los electrodos y cables del electromiógrafo



V.6.3.3. Comprobación de la alineación

Una vez colocado simétricamente el arco facial sobre la cara del paciente, alineamos los sensores electrónicamente para que recojan el rango de movimiento mandibular con la máxima precisión; para ello, utilizamos la opción “*Align Sensor Array*” del software. En la pantalla aparecen dos cuadrados, uno grande que representa el rango de movimientos y otro pequeño. El imán está representado por una cruz. Indicamos al paciente que ocluya sus dientes, y en esta situación, la cruz que representa al imán debe quedar dentro del cuadrado pequeño. En los casos en que esto no sucede, ajustamos los tornillos del arco hasta conseguirlo.

V.6.3.4. Mediciones

Los registros kinesiográficos se tomaron en las mismas condiciones ambientales que los electromiográficos, en ausencia completa de ruidos, en un entorno tranquilo y confortable. A cada paciente se le explicó lo que se le iba a realizar, para familiarizarle con los distintos aparatos, y así evitar situaciones de stress o tensión.

El paciente debía estar cómodamente sentado en una silla de respaldo recto, manteniendo una posición erecta natural, con sus manos sobre las rodillas y los pies firmemente apoyados en el suelo.

Se retiraron todos los objetos metálicos como cadenas, pendientes o diademas para evitar artefactos.

Antes de comenzar, realizamos varias pruebas para instruir al paciente y comprobar que las ejecutaba correctamente. A continuación, se registraron dos secuencias de cada prueba, para comprobar la semejanza entre las mismas. Una

diferencia entre los datos de una prueba y otra mayores del 2% era motivo de repetición de una tercera prueba para confirmar.

Para la valoración del movimiento mandibular mediante la kinesiografía, hemos empleado los siguientes protocolos o *scans* del Sistema Myotronics:

- **Scan 1:** registra la trayectoria mandibular durante el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular.
- **Scan 13:** registra la trayectoria mandibular durante los movimientos de máxima apertura-cierre mandibular, protrusiva, lateralidad derecha y lateralidad izquierda (movimientos bordeantes mandibulares).
- **Scan 3:** registra la posición mandibular durante el reposo.
- **Scan 6:** registra la posición mandibular durante la deglución.

Seguimos la siguiente secuencia en el registro del movimiento mandibular:

A) Registro durante la máxima apertura-cierre mandibular (Scan 1)

Registramos la trayectoria mandibular durante el movimiento de máxima apertura-cierre en los planos sagital y frontal, para cuantificar las siguientes variables:

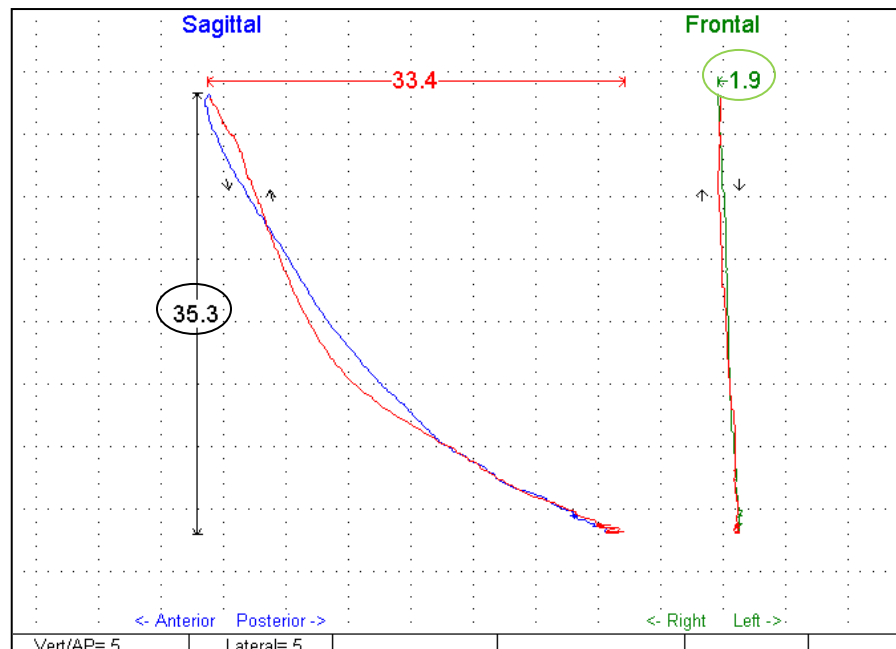
- *Máxima apertura (movimiento vertical).*
- *Máxima desviación lateral (cierre):* en el ejemplo de la Figura 28, según lo explicado con respecto a los signos, como la dirección desde la posición de máxima apertura al cierre en máxima intercuspidación se

realiza hacia la derecha, tendríamos un valor para la desviación lateral de +1,9 mm.

El paciente recibió las siguientes instrucciones: se le pide al paciente que junte los dientes (para que se coloque en máxima intercuspidad) y se le pide que abra la boca lo máximo posible y luego vuelva a la posición inicial.

Utilizamos el Scan 1 del programa, con una ganancia vertical, antero-posterior y lateral de 5 mm por división de pantalla (Figura 28).

Figura 28. Registro kinesiográfico del Scan 1- Máx.Apertura-cierre en un sujeto con oclusión ideal



B) Registro durante los movimientos bordeantes mandibulares (Scan 13)

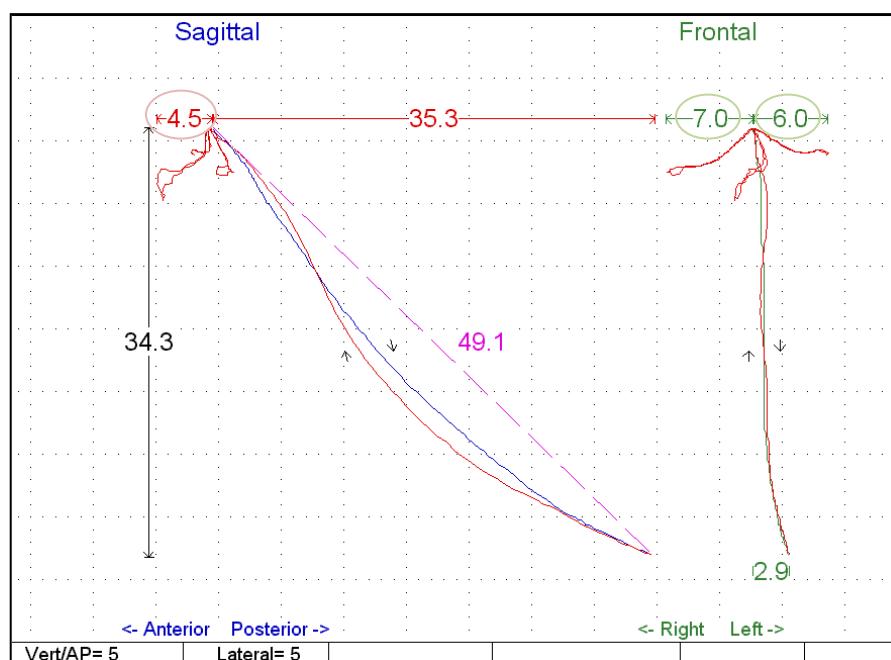
Registramos el movimiento mandibular durante las trayectorias de máxima apertura-cierre, protrusiva, lateralidad derecha y lateralidad izquierda, en los planos sagital y frontal, cuantificando las siguientes variables:

- *Protrusiva*: se mide el desplazamiento antero-posterior mandibular, sin atender al posible desplazamiento lateral durante este movimiento.
- *Lateralidad derecha*.
- *Lateralidad izquierda*.

El paciente recibió las siguientes instrucciones: se le pide al paciente que junte los dientes (para que se coloque en máxima intercuspidad) y se le pide que abra la boca lo máximo posible y luego vuelva a la posición inicial. Entonces, al paciente se le solicita que deslice la mandíbula hacia delante lo más lejos posible, y luego vuelva a la posición de máxima intercuspidad. Finalmente, se le pide al paciente que deslice su mandíbula hacia la izquierda lo más lejos posible y vuelva a juntar los dientes, y por último, hacia la derecha y vuelta.

Utilizamos el Scan 13 del programa, con una ganancia vertical, antero-posterior y lateral de 5 mm por división de pantalla (Figura 29).

Figura 29. Registro kinesiográfico del Scan 13- Mov. bordeantes mandibulares (máxima apertura-cierre, protrusiva y lateralidades derecha e izquierda) en un sujeto con oclusión ideal



C) Registro durante la posición de reposo (Scan 3)

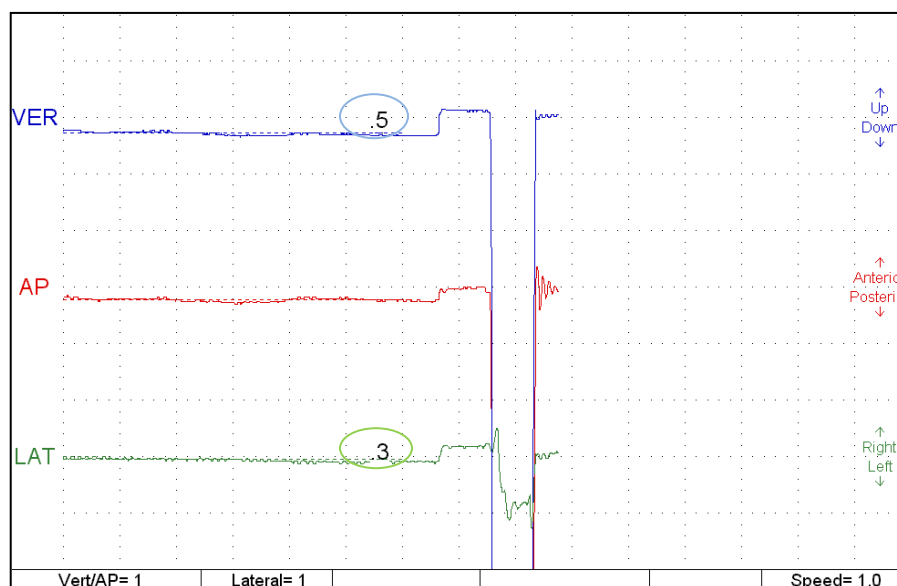
Registramos la posición de reposo mandibular en las tres dimensiones del espacio, para cuantificar las siguientes variables:

- *Espacio libre vertical.*
- *Movimiento lateral:* en el ejemplo de la Figura 30, según lo explicado con respecto a los signos, como la dirección desde la posición de reposo al cierre en máxima intercuspidadación se realiza hacia la derecha, tendríamos un valor para la desviación lateral de +0,3 mm.

El paciente recibió las siguientes instrucciones: primero se le indica que se relaje, trague saliva y pronuncie la palabra “*Mississippi*”. Después de estar en reposo estable, se le pide que junte los dientes y que abra y cierre la boca dos veces seguidas (esta opción es para asegurarnos de que el primer contacto del cierre se realiza con los dientes posteriores, y no con los incisivos)

Utilizamos el Scan 3 del programa, con una ganancia vertical, antero-posterior y lateral de 1 mm por división de pantalla (Figura 30).

Figura 30. Registro kinesiográfico del Scan 3- Reposo en un sujeto con oclusión ideal



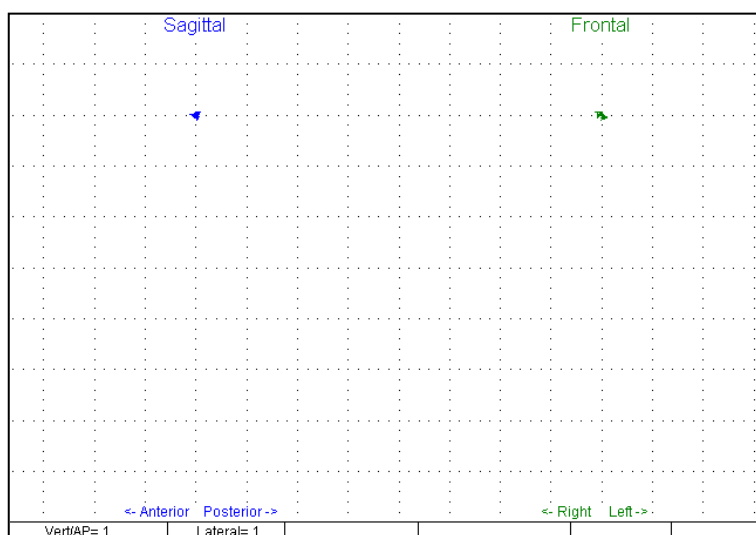
D) Registro durante la deglución (Scan 6)

Se registraron los movimientos mandibulares durante la deglución en los planos sagital y frontal, con el fin de identificar si el sujeto presenta un patrón de deglución normal o atípica.

Al sujeto se le instruyó en tomar un sorbo de agua (1dl) y mantenerlo en la boca, tragarlo, y después cerrar en la posición de máxima intercuspidadación. Este protocolo fue específicamente diseñado para determinar si el paciente deglute de forma normal, con los dientes en contacto (deglución normal o adulta) o si introduce la lengua entre los dientes (deglución atípica o infantil).

Utilizamos el Scan 6 para determinar el patrón de deglución del paciente: si la posición mandibular donde termina la deglución es la misma que la de máxima intercuspidadación, la deglución es normal (Figura 31); siempre y cuando el punto final del movimiento de deglución no coincide con la posición de máxima intercuspidadación, se identifica el empuje lingual. La distancia en el trazado desde el punto final de la deglución a la posición de máxima intercuspidadación representa la magnitud del empuje lingual entre los dientes durante la deglución.

Figura 31. Registro kinesiógráfico del Scan 6- Deglución en un sujeto con oclusión ideal



V.6.3.5. Reproducibilidad de los registros

Con el fin de evaluar la reproducibilidad de los registros kinesiográficos, los resultados de dos mediciones consecutivas del movimiento de apertura-cierre mandibular (desplazamiento vertical y lateral) de diez sujetos elegidos aleatoriamente fueron comparados. Los datos del primer registro fueron comparados con los del segundo, con la prueba t de Student.

V.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

La base de datos que contiene la información del estudio, fue diseñada y alimentada en una hoja de cálculo Excel, y posteriormente fue analizada con el programa estadístico SPSS versión 15.0. (SPSS inc, Chicago, IL).

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Se ha calculado la media y el intervalo de confianza para la media al 95% (límite inferior/límite superior) para describir cada variable numérica, tanto para toda la muestra normo-oclusiva en conjunto, como para el grupo de hombres y de mujeres por separado.

ESTADÍSTICA ANALÍTICA

Los Índices de Asimetría, Índices de Torque, la desviación lateral en máxima apertura-cierre mandibular y el movimiento lateral en reposo mandibular son variables que pueden tener diferente signo en función de si muestran

predominancia o desviación hacia el lado derecho (signo positivo) o predominancia o desviación hacia el lado izquierdo (signo negativo). A la hora de calcular estos parámetros, se realizaron tests de Chi-cuadrado para comparar la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de sexos, de tal manera que:

- a) La variable se trata con los valores absolutos en conjunto (sin tener en cuenta el signo), cuando la prevalencia entre los valores positivos y negativos es similar entre el grupo de hombres y el de las mujeres.
- b) La variable se trata con los valores positivos y negativos por separado, cuando la prevalencia es distinta entre los sexos.

En el Índice de Actividad, el valor positivo o negativo no indica diferencias entre lados, sino prevalencias entre diferentes músculos. Por ello, aunque también hemos hecho el test de Chi-cuadrado para comparar la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de sexos, el valor de este índice se ha tenido en cuenta con el signo, porque de la manera contraria (calculando las medias con los valores absolutos), se perdería la acción del músculo temporal anterior (con valor negativo).

Se realizaron las pruebas de normalidad de la muestra mediante los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para cada variable y se procedió a la comparación entre los grupos de sexos mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes, cuando la variable muestra una distribución normal, y mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, cuando la variable no muestra una distribución normal.

El nivel de significación estadística se determina en el 5% ($p \leq 0,05$).

VI. RESULTADOS

El capítulo de resultados está desarrollado según los siguientes apartados:

VI.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA

VI.2. ELECTROMIOGRAFÍA

VI.2.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS

VI.2.2. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG)

VI.2.2.1. Reposo

VI.2.2.2. Deglución

VI.2.2.3. Masticación

VI.2.2.4. Máximo apretamiento voluntario

VI.2.3. ÍNDICES DE ASIMETRÍA

VI.2.3.1. Reposo

VI.2.3.2. Máximo apretamiento voluntario

VI.2.4. ÍNDICES DE ACTIVIDAD

VI.2.4.1. Reposo

VI.2.4.2. Máximo apretamiento voluntario

VI.2.5. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANT. EN MÁX. APRETAMIENTO

VI.2.6. ÍNDICES DE TORQUE

VI.2.6.1. Reposo

VI.2.6.2. Máximo apretamiento voluntario

VI.3. KINESIOGRAFÍA

VI.3.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS

VI.3.2. REGISTROS KINESIOGRÁFICOS

VI.3.2.1. Máxima apertura-cierre mandibular

VI.3.2.1.1. Máxima apertura (movimiento vertical)

VI.3.2.1.2. Máxima desviación lateral (cierre)

VI.3.2.2. Protrusiva

VI.3.2.3. Lateralidad derecha

VI.3.2.4. Lateralidad izquierda

VI.3.2.5. Reposo mandibular

VI.3.2.5.1. Espacio libre vertical

VI.3.2.5.2. Movimiento lateral

VI.3.2.6. Deglución

De cada parámetro estudiado, se realiza la siguiente exposición de resultados:

- a) Valores para todo el grupo normo-oclusivo
- b) Valores separados por sexos
- c) Comparación entre el grupo de hombres y el de mujeres

VI.1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA

La Tabla 1 presenta la descripción de las características de la muestra de pacientes incluidos en este estudio.

Tabla 1. Variables demográficas

GRUPO	N	Edad (años)			
		<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>
Grupo normo-oclusivo	N=39	22,8	3,9	20	38
Hombres	n=17	23,2	3,2	20	32
Mujeres	n=22	22,5	4,4	20	38

Como se puede observar, de la totalidad de la muestra, el grupo de varones supone el 43,6% de la muestra, mientras que el grupo de mujeres supone el 56,4% del total, mostrando una distribución por sexos equitativa.

La edad también es similar entre los grupos de sexos, por lo que se podría considerar una muestra homogénea desde el punto de vista demográfico.

VI.2. ELECTROMIOGRAFÍA

VI.2.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS

La Tabla 2 muestra los valores medios y desviaciones estándar de la actividad EMG (μV) en la posición de reposo obtenidos en cuatro mediciones en días consecutivos de cinco sujetos elegidos aleatoriamente y el resultado al comparar mediante la prueba ANOVA de medidas repetidas el registro del primer día con los de los otros tres días para determinar la reproducibilidad de la prueba electromiográfica.

Tabla 2. Comparación de los valores de actividad EMG (μV) en reposo tomados en cuatro días consecutivos.

<i>Músculos</i>	<i>Primer día</i>		<i>Segundo día</i>		<i>Tercer día</i>		<i>Cuarto día</i>		<i>ANOVA</i>
	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	
Temporal anterior derecho	2,07	0,75	2,61	0,58	2,63	0,51	2,38	0,61	NS
Temporal anterior izquierdo	2,82	0,64	3,31	0,53	2,87	0,62	2,68	0,57	NS
Masetero derecho	3,15	0,73	2,78	0,60	2,84	0,54	2,80	0,34	NS
Masetero izquierdo	2,59	0,62	2,48	0,41	2,87	0,43	2,10	0,23	NS
Temporal posterior derecho	4,90	1,11	4,25	1,24	4,54	1,18	4,87	1,01	NS
Temporal posterior izquierdo	3,87	1,07	4,05	1,17	3,42	1,21	4,25	1,02	NS
Digástrico anterior derecho	2,21	0,26	2,36	0,51	2,48	0,47	2,65	0,33	NS
Digástrico anterior izquierdo	2,33	0,30	2,55	0,41	2,34	0,38	2,57	0,36	NS

Las diferencias entre las medias de los cuatro registros consecutivos no fueron estadísticamente significativas.

VI.2.2. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG)

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza para la media al 95%) de la actividad EMG (μV) de los ocho músculos analizados (temporal anterior derecho e izquierdo, masetero derecho e izquierdo, temporal posterior derecho e izquierdo y digástrico anterior derecho e izquierdo) durante las funciones de reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento se recogen en la Tabla 3 para el conjunto del grupo normo-oclusivo ($N=39$) y separados por sexos en la Tabla 4. La comparación entre sexos (mediante las pruebas t de Student y Mann-Whitney según corresponde) se muestra en la Tabla 5.

Tabla 3. Actividad EMG (μV) en reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>			
Temporal anterior derecho	1,63	1,30	1,96
Temporal anterior izquierdo	1,20	0,93	1,47
Masetero derecho	1,01	0,80	1,22
Masetero izquierdo	1,05	0,85	1,25
Temporal posterior derecho	3,37	2,15	4,58
Temporal posterior izquierdo	3,57	2,50	4,64
Digástrico anterior derecho	1,86	1,42	2,30
Digástrico anterior izquierdo	1,87	1,51	2,22
<u>Deglución</u>			
Temporal anterior derecho	3,50	2,55	4,45
Temporal anterior izquierdo	4,29	3,04	5,53
Masetero derecho	4,57	2,60	6,54
Masetero izquierdo	4,25	3,24	5,25
Temporal posterior derecho	9,01	6,94	11,07
Temporal posterior izquierdo	8,69	6,28	11,11
Digástrico anterior derecho	10,67	9,27	12,06
Digástrico anterior izquierdo	10,85	9,36	12,34
<u>Masticación</u>			
Temporal anterior derecho	83,96	76,06	91,85
Temporal anterior izquierdo	84,61	77,02	92,21
Masetero derecho	86,59	77,99	95,19
Masetero izquierdo	82,56	74,13	90,99
Temporal posterior derecho	56,10	50,60	61,59
Temporal posterior izquierdo	53,33	47,63	59,03
Digástrico anterior derecho	41,04	37,09	44,99
Digástrico anterior izquierdo	41,27	36,82	45,72
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>			
Temporal anterior derecho	241,86	223,24	260,48
Temporal anterior izquierdo	243,55	224,13	262,96
Masetero derecho	230,08	207,70	252,47
Masetero izquierdo	234,59	214,82	254,36

Tabla 4. Actividad EMG (μV) en reposo, deglución, masticación y máximo apretamiento separada por sexos, en el grupo de hombres ($n=17$) y en el grupo de mujeres ($n=22$): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

	Hombres			Mujeres		
	Media	IC media 95%		Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>						
Temporal anterior derecho	1,45	0,90	2,00	1,78	1,34	2,22
Temporal anterior izquierdo	1,35	0,82	1,89	1,07	0,81	1,34
Masetero derecho	1,01	0,60	1,41	1,01	0,77	1,26
Masetero izquierdo	0,90	0,65	1,14	1,17	0,86	1,49
Temporal posterior derecho	2,43	1,11	3,75	4,12	2,16	6,09
Temporal posterior izquierdo	2,55	1,22	3,88	4,40	2,77	6,02
Digástrico anterior derecho	1,42	0,88	1,97	2,22	1,56	2,88
Digástrico anterior izquierdo	1,51	1,07	1,95	2,15	1,62	2,69
<u>Deglución</u>						
Temporal anterior derecho	3,75	1,75	5,76	3,30	2,48	4,11
Temporal anterior izquierdo	4,29	2,08	6,50	4,29	2,71	5,86
Masetero derecho	6,16	1,68	10,64	3,28	2,67	3,89
Masetero izquierdo	4,85	2,71	6,99	3,76	2,96	4,55
Temporal posterior derecho	8,10	4,80	11,39	9,74	6,91	12,58
Temporal posterior izquierdo	6,94	2,95	10,93	10,11	7,00	13,23
Digástrico anterior derecho	9,81	7,25	12,36	11,36	9,75	12,97
Digástrico anterior izquierdo	9,93	7,46	12,40	11,60	9,65	13,55
<u>Masticación</u>						
Temporal anterior derecho	78,34	62,93	93,75	88,50	80,61	96,39
Temporal anterior izquierdo	80,28	67,65	92,90	88,12	78,18	98,05
Masetero derecho	99,77	86,52	113,01	75,92	66,07	85,77
Masetero izquierdo	89,72	75,42	104,02	76,77	66,39	87,15
Temporal posterior derecho	55,34	46,40	64,29	56,70	49,18	64,23
Temporal posterior izquierdo	57,60	48,36	66,84	49,87	42,39	57,36
Digástrico anterior derecho	38,05	30,59	45,51	43,46	39,26	47,66
Digástrico anterior izquierdo	39,52	30,79	48,26	42,69	38,06	47,32
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>						
Temporal anterior derecho	232,93	204,19	261,67	249,09	222,88	275,30
Temporal anterior izquierdo	228,03	197,00	259,06	256,10	230,48	281,73
Masetero derecho	256,48	231,14	281,82	208,71	174,75	242,68
Masetero izquierdo	248,95	216,70	281,20	222,96	197,09	248,83

Tabla 5. Comparación de la actividad EMG entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student o Mann-Whitney: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

	Diferencia de medias	95% IC para la diferencia			p
		Inferior	Superior		
<u>Reposo</u>					
Temporal anterior derecho	-0,31	-0,97	0,34	0,16	NS
Temporal anterior izquierdo	0,27	-0,24	0,80	0,39	NS
Masetero derecho	0,01	-0,41	0,43	0,63	NS
Masetero izquierdo	-0,24	-0,64	0,15	0,21	NS
Temporal posterior derecho	-1,71	-4,07	0,64	0,06	NS
Temporal posterior izquierdo	-1,67	-3,76	0,40	0,06	NS
Digástrico anterior derecho	-0,77	-1,60	0,06	0,06	NS
Digástrico anterior izquierdo	-0,61	-1,29	0,05	0,07	NS
<u>Deglución</u>					
Temporal anterior derecho	0,48	-1,40	2,36	0,74	NS
Temporal anterior izquierdo	0,06	-2,42	2,55	0,58	NS
Masetero derecho	2,83	-1,66	7,34	0,30	NS
Masetero izquierdo	1,09	-1,13	3,33	0,50	NS
Temporal posterior derecho	-2,45	-6,93	2,02	0,27	NS
Temporal posterior izquierdo	-2,89	-7,63	1,83	0,22	NS
Digástrico anterior derecho	-1,69	-4,44	1,05	0,22	NS
Digástrico anterior izquierdo	-1,79	-4,72	1,13	0,22	NS
<u>Masticación</u>					
Temporal anterior derecho	-10,03	-26,79	6,72	0,22	NS
Temporal anterior izquierdo	-8,21	-23,13	6,70	0,27	NS
Masetero derecho	25,54	9,84	41,24	<0,01	S
Masetero izquierdo	13,35	-2,90	29,60	0,10	NS
Temporal posterior derecho	-0,96	-11,92	10,00	0,86	NS
Temporal posterior izquierdo	7,55	-3,51	18,61	0,17	NS
Digástrico anterior derecho	-5,07	-12,77	2,62	0,19	NS
Digástrico anterior izquierdo	-2,84	-11,67	5,98	0,51	NS
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>					
Temporal anterior derecho	-4,83	-49,90	40,22	0,82	NS
Temporal anterior izquierdo	-16,43	-62,60	29,74	0,47	NS
Masetero derecho	57,25	13,03	101,46	0,05	S
Masetero izquierdo	36,12	-8,87	81,12	0,11	NS

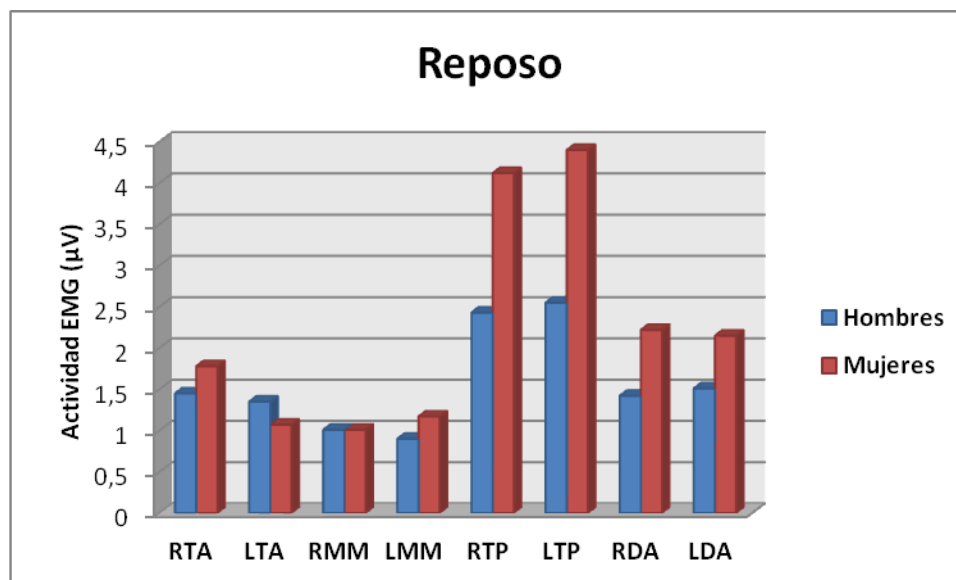
VI.2.2.1. Reposo

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla 5), por lo que los potenciales medios del conjunto del grupo normo-oclusivo serían los valores normativos para cada músculo durante el reposo.

En la Gráfica 1 se representa la actividad EMG en reposo al comparar entre el grupo de hombres y mujeres para cada músculo. Los valores de los potenciales EMG se pueden observar en la Tabla 4.

Gráfica 1. Actividad EMG (μV) en reposo: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores para cada músculo.

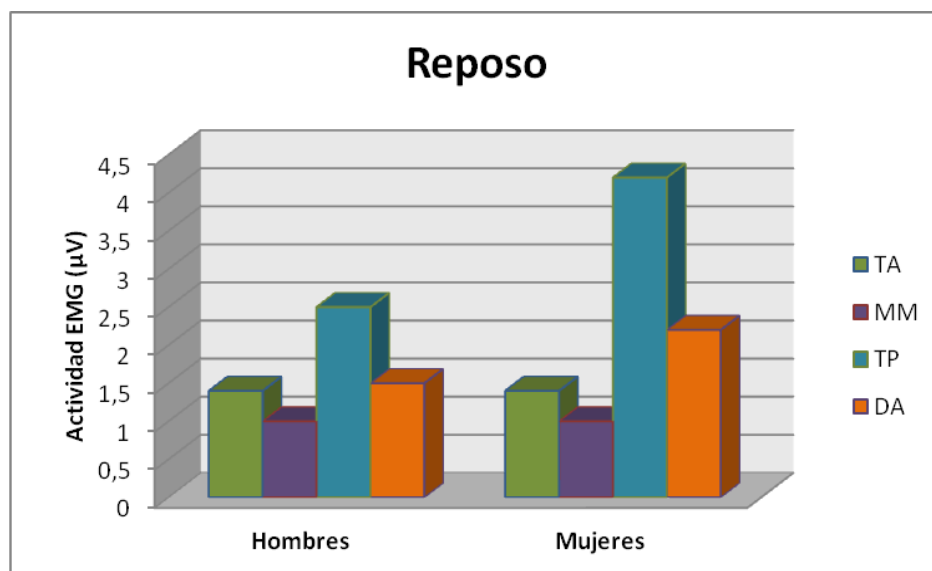
RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.



Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar entre sexos, destacamos que los músculos temporal posterior derecho e izquierdo y digástrico anterior derecho e izquierdo mostraron una tendencia a una mayor actividad en mujeres que en hombres durante el reposo.

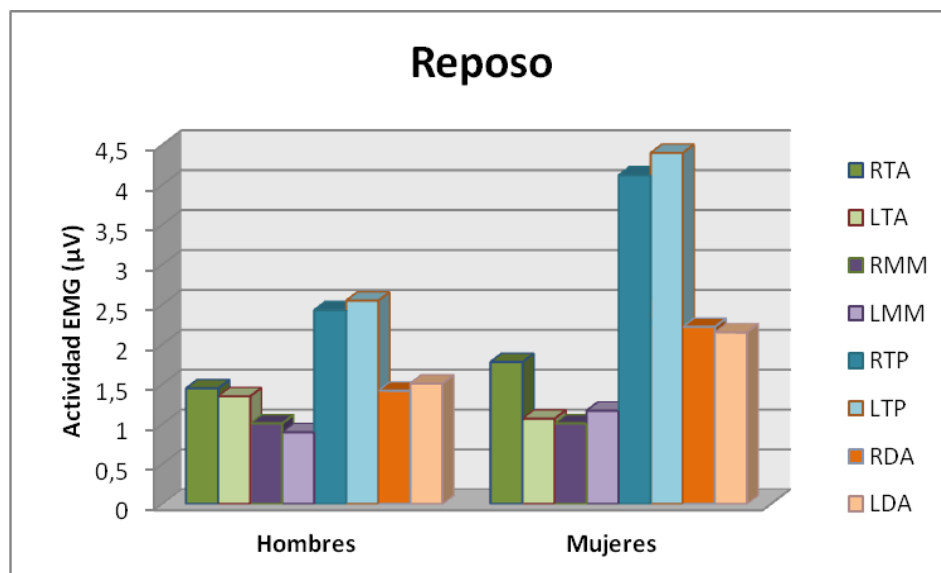
La Gráfica 2 muestra la actividad EMG en reposo al comparar entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. La misma representación, pero para los valores musculares desglosados entre el lado derecho e izquierdo, se presenta en la Gráfica 3. Se observa que en la situación de reposo clínico encontramos como músculo predominante el temporal posterior, seguido del digástrico anterior, el temporal anterior y por último el músculo menos activo el masetero. Esta situación se produce tanto en hombres como en mujeres.

Gráfica 2. Actividad EMG (μV) en reposo: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. TA, temporal anterior; MM, masetero; TP, temporal posterior; DA, digástrico anterior.



Gráfica 3. Actividad EMG (μV) en reposo: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos y desglosados entre lado derecho e izquierdo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.



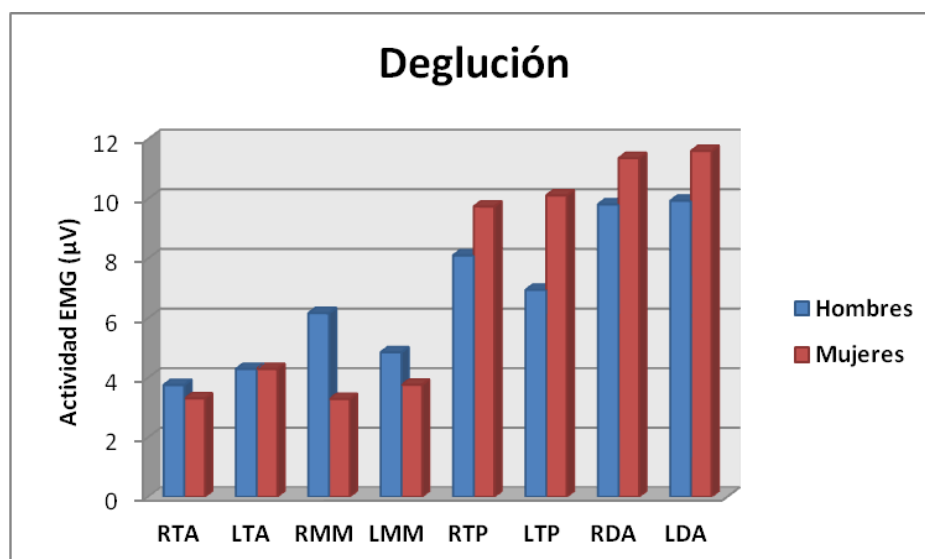
VI.2.2.2. Deglución

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre sexos (Tabla 5), por lo que los potenciales medios del conjunto del grupo normo-oclusivo serían los valores normativos para cada músculo durante la deglución.

En la Gráfica 4 se representa la actividad EMG durante la deglución al comparar entre el grupo de hombres y mujeres para cada músculo. Los valores de los potenciales EMG se pueden observar en la Tabla 4.

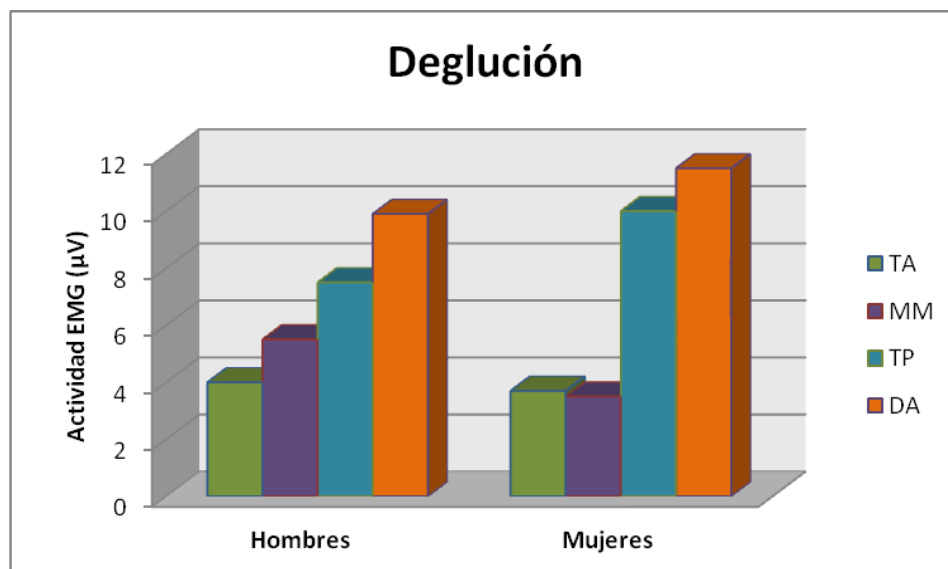
Gráfica 4. Actividad EMG (μV) en la deglución: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores para cada músculo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.



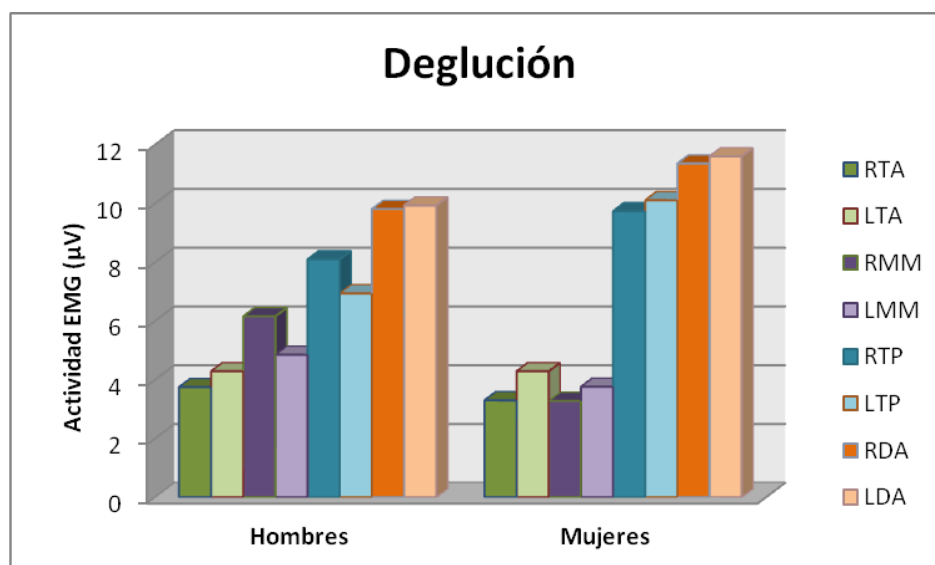
La Gráfica 5 muestra la actividad EMG durante la deglución al comparar entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. La misma representación, pero para los valores musculares desglosados entre el lado derecho e izquierdo, se presenta en la Gráfica 6. En ambos sexos, la mayor actividad EMG durante la deglución se registra a nivel del músculo digástrico anterior, seguido del temporal posterior y los músculos masetero y temporal anterior sufren una menor activación.

Gráfica 5. Actividad EMG (μV) en la deglución: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. TA, temporal anterior; MM, masetero; TP, temporal posterior; DA, digástrico anterior.



Gráfica 6. Actividad EMG (μV) en la deglución: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos y desglosados entre lado derecho e izquierdo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.



VI.2.2.3. Masticación

En el grupo de hombres, el masetero derecho muestra una mayor activación durante la masticación (media 99 μ V) de manera estadísticamente significativa ($p < 0,01$) al compararlo con el grupo de mujeres (media 76 μ V). Esta tendencia también se puede observar con el masetero izquierdo al mostrar también una media mayor en el grupo de hombres (89 μ V) que en el de mujeres (76 μ V); sin embargo, esta diferencia no llega a alcanzar el nivel de significación estadística (Tablas 4 y 5).

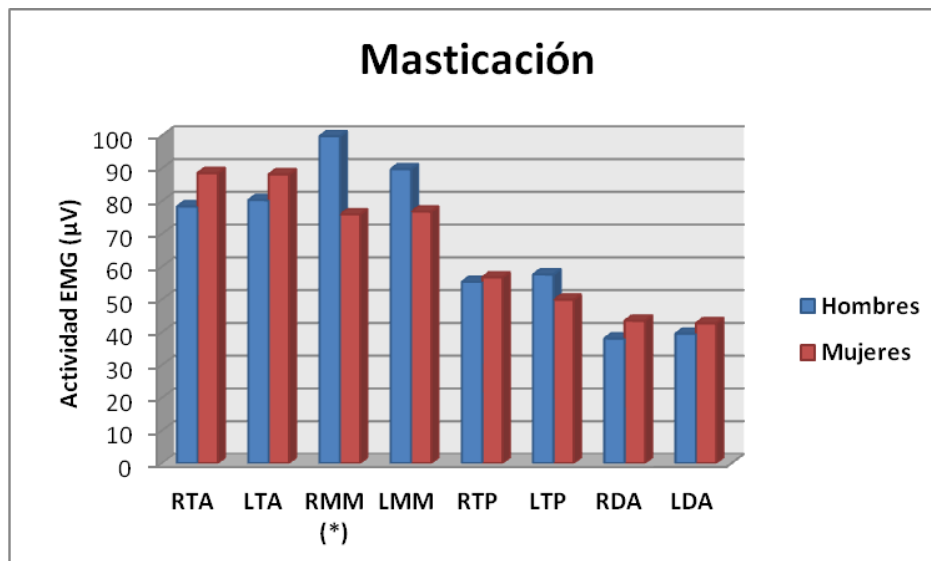
En el grupo de mujeres, los músculos temporal anterior derecho e izquierdo (media 88 μ V) muestran valores mayores que en el grupo de hombres (media 79 μ V), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa (Tablas 4 y 5).

Los valores de los potenciales EMG durante la masticación por grupos de sexo se pueden observar en la Tabla 4 y su comparación en la Gráfica 7

Gráfica 7. Actividad EMG (μ V) en la masticación: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores para cada músculo.

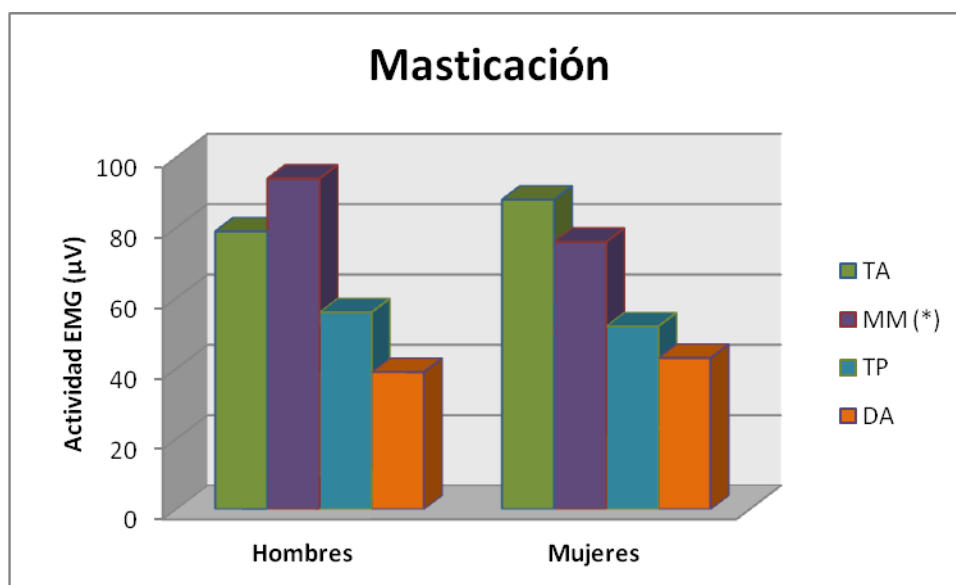
RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.

(*), $p < 0,01$



La Gráfica 8 muestra la actividad EMG durante la masticación al comparar entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. La misma representación, pero para los valores musculares desglosados entre el lado derecho e izquierdo, se presenta en la Gráfica 9. Como se puede observar, en el grupo de hombres durante la masticación el músculo masetero es más activo que el temporal anterior, mientras que en el grupo de mujeres esta relación se invierte, siendo el temporal anterior el músculo predominante sobre el masetero. La participación de los músculos temporal posterior (media 54 μ V) y digástrico anterior (media 41 μ V) durante la función masticatoria es menor en ambos sexos.

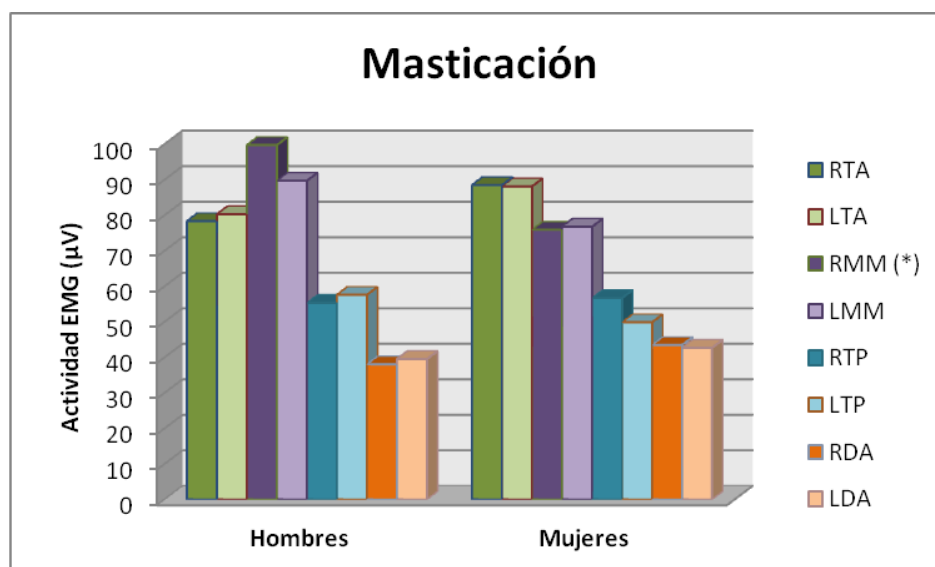
Gráfica 8. Actividad EMG (μ V) en la masticación: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. TA, temporal anterior; MM, masetero; TP, temporal posterior; DA, digástrico anterior. (*), $p < 0,01$



Gráfica 9. Actividad EMG (μV) en la masticación: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos y desglosados entre lado derecho e izquierdo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo; RTP, temporal posterior derecho; LTP, temporal posterior izquierdo; RDA, digástrico anterior derecho; LDA, digástrico anterior izquierdo.

(*), $p < 0,01$



VI.2.2.4. Máximo apretamiento voluntario

En todos los músculos analizados (temporal anterior y masetero de ambos lados) se obtienen valores EMG por encima de 200 μV para ambos sexos (Tabla 4).

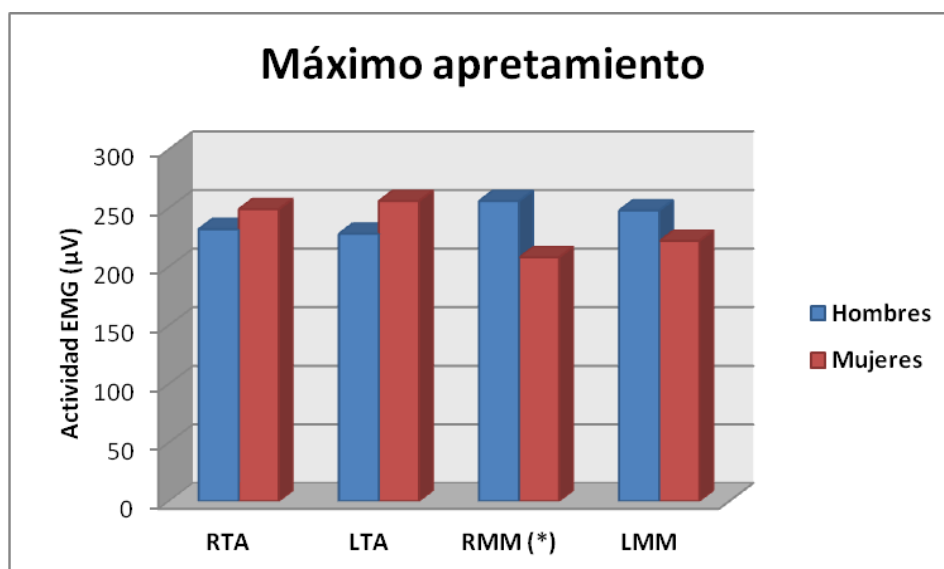
En el grupo de hombres, el masetero derecho muestra una mayor activación durante el máximo apretamiento voluntario (media 256 μV) de manera estadísticamente significativa ($p=0,05$) al compararlo con el grupo de mujeres (media 208 μV). Esta tendencia también se puede observar con el masetero izquierdo al mostrar también una media mayor en el grupo de hombres (249 μV) que en el de mujeres (223 μV); sin embargo, esta diferencia no llega a alcanzar el nivel de significación estadística (Tablas 4 y 5).

En el grupo de mujeres, los músculos temporal anterior derecho e izquierdo (media 252 μV) muestran valores mayores que en el grupo de hombres (media 230 μV), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa (Tablas 4 y 5).

Gráfica 10. Actividad EMG (μV) en el máximo apretamiento voluntario: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores para cada músculo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo.

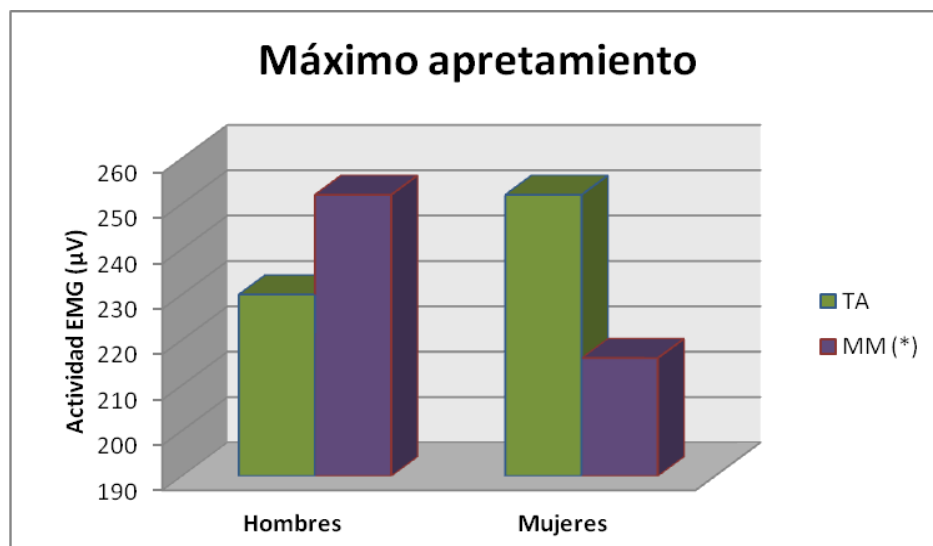
(*), $p=0,05$



En la Gráfica 10 se representa la actividad EMG durante el máximo apretamiento voluntario al comparar entre el grupo de hombres y mujeres para cada músculo.

La Gráfica 11 muestra la actividad EMG durante el máximo apretamiento al comparar entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. La misma representación, pero para los valores musculares desglosados entre el lado derecho e izquierdo, se presenta en la Gráfica 12. Como se puede observar, en el grupo de hombres durante el máximo apretamiento voluntario el músculo masetero es más activo que el temporal anterior, mientras que en el grupo de mujeres esta relación se invierte, siendo el temporal anterior el músculo predominante sobre el masetero.

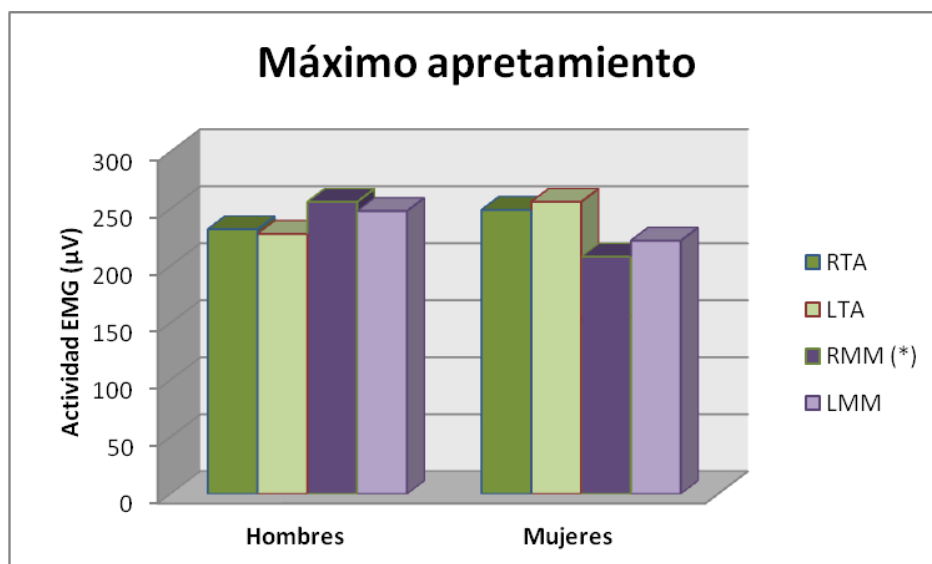
Gráfica 11. Actividad EMG (μV) en el máximo apretamiento voluntario: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos. Los valores musculares son la media entre el lado derecho e izquierdo de cada músculo. TA, temporal anterior; MM, masetero. (*), $p=0,05$



Gráfica 12. Actividad EMG (μV) en el máximo apretamiento voluntario: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores musculares agrupados por sexos y desglosados entre lado derecho e izquierdo.

RTA, temporal anterior derecho; LTA, temporal anterior izquierdo; RMM, masetero derecho; LMM, masetero izquierdo.

(*), $p=0,05$



VI.2.3. ÍNDICES DE ASIMETRÍA

Se calcularon Índices de Asimetría para cuantificar las diferencias entre los músculos del lado derecho e izquierdo en cada sujeto, según se explica en el material y método de manera detallada.

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza al 95%) de los Índices de Asimetría (%) Total, del Masetero y del Temporal anterior en reposo y en máximo apretamiento voluntario se recogen en la Tabla 6 para el conjunto del grupo normo-oclusivo (N=39) y separados por sexos en la Tabla 7. La comparación entre los grupos de sexos (mediante la prueba *t* de Student) se muestra en la Tabla 8.

Tabla 6. Índices de Asimetría (%) Total, del MM y del TA en reposo y en máximo apretamiento voluntario de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Valores absolutos de las Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>			
Índ.Asimetría Total	20,34	16,95	23,72
Índ.Asimetría Masetero	22,04	17,82	26,25
Índ.Asimetría Temporal Anterior	26,01	20,02	32,01
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>			
Índ.Asimetría Total	6,14	4,32	7,95
Índ.Asimetría Masetero	9,56	6,50	12,61
Índ.Asimetría Temporal Anterior	6,75	5,17	8,34

Tabla 7. Índices de Asimetría (%) Total, del MM y del TA en reposo y en máximo apretamiento voluntario separados por sexos, en el grupo de hombres (n=17) y en el grupo de mujeres (n=22): Valores absolutos de las Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior) de los Índices en conjunto (cuando muestran una prevalencia entre el lado derecho e izquierdo similar entre los grupos de sexos) y separado por signos cuando muestran una prevalencia distinta entre el lado derecho (Índice positivo) e izquierdo (Índice negativo) entre los grupos de sexos.

	Hombres			Mujeres		
	Media	IC media 95%		Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>						
Índ.Asimetría Total	20,62	15,06	26,18	20,10	15,50	24,71
Índ.Asimetría Masetero	23,13	17,03	29,24	21,15	14,88	27,42
Índ.Asimetría Temporal Anterior	20,91	11,05	30,77	30,15	22,51	37,78
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>						
Índ.Asimetría Total	5,67	3,37	7,97	6,52	3,63	9,41
Índ.Asimetría Masetero	6,44	3,49	9,39	12,09	7,13	17,04
Índ.Asimetría Temporal Anterior						
- Positivo (prevalencia dcha)	6,04	2,88	9,20	8,35	1,68	15,02
- Negativo (prevalencia izda)	-7,45	-11,16	-3,74	-6,22	-8,67	-3,77

Tabla 8. Comparación de los Índices de Asimetría (valores absolutos) entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

	Diferencia de medias	95% IC para la diferencia		t Student	
		Inferior	Superior	p	
<u>Reposo</u>					
Índ.Asimetría Total	0,95	-5,85	7,76	0,77	NS
Índ.Asimetría Masetero	2,52	-5,93	10,99	0,54	NS
Índ.Asimetría Temporal Anterior	-8,37	-20,08	3,34	0,15	NS
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>					
Índ.Asimetría Total	-0,84	-4,54	2,85	0,64	NS
Índ.Asimetría Masetero	-5,64	-11,26	-0,03	0,05	S
Índ.Asimetría Temporal Anterior					
- Positivo (prevalencia dcha)	-2,30	-8,22	3,61	0,42	NS
- Negativo (prevalencia izda)	-1,23	-5,38	2,92	0,54	NS

VI.2.3.1. Reposo

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo para los Índices de Asimetría Total, del Masetero y del Temporal anterior en reposo. Las Tablas cruzadas 9, 10 y 11 muestran que existe una prevalencia entre la dominancia del lado derecho (índice positivo) e izquierdo (índice negativo) similar entre el grupo de hombres y mujeres (prueba Chi-cuadrado no significativa) en todos los Índices de Asimetría en reposo, por lo que los valores de estos Índices en las Tablas 7 y 8 se tratan con valores absolutos en conjunto.

Tabla 9. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría Total en reposo

ÍND. ASIMETRÍA TOTAL reposo		SEXO		Total	CHI-CUADRADO
		Hombres	Mujeres		P
Positivo	Recuento	10	16	26	0,361
	% del total	25,6%	41,0%	66,7%	
Negativo	Recuento	7	6	13	NS
	% del total	17,9%	15,4%	33,3%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

Tabla 10. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría del Masetero en reposo

ÍND. ASIMETRÍA MASETERO reposo		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	10	9	19	0,267
	% del total	25,6%	23,1%	48,7%	
Negativo	Recuento	7	13	20	NS
	% del total	17,9%	33,3%	51,3%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

Tabla 11. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría del Temporal anterior en reposo

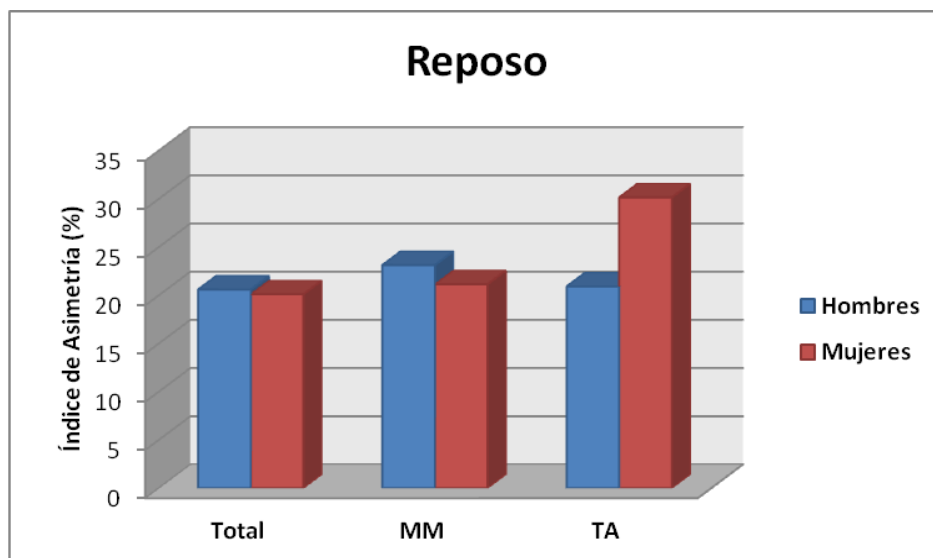
ÍND. ASIMETRÍA TEMP. ANT. reposo		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	10	17	27	0,216
	% del total	25,6%	43,6%	69,2%	
Negativo	Recuento	7	5	12	NS
	% del total	17,9%	12,8%	30,8%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en los Índices de Asimetría (total, del masetero y del temporal anterior) durante el reposo (Tabla 8). La representación gráfica de estos índices con la comparación entre los grupos de sexos se puede observar en la Gráfica 13.

El Índice de Asimetría Total (con una media del 20%), es siempre inferior al Índice de Asimetría del Masetero (22% de media) y al del Temporal anterior (26% de media) por separado, tanto en hombres como en mujeres (Tablas 6 y 7).

En el grupo de hombres, el masetero muestra una ligera mayor asimetría que el temporal anterior durante el reposo, mientras que en grupo de mujeres es el temporal anterior el músculo más asimétrico. Estas diferencias no alcanzan significación estadística (Tablas 7 y 8).

Gráfica 13. Índices de Asimetría (%) Total, del Masetero (MM) y del Temporal anterior (TA) en reposo: comparación de los valores absolutos entre grupo de hombres y mujeres.



VI.2.3.2. Máximo apretamiento voluntario

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo de los Índices de Asimetría Total, del Masetero y del Temporal anterior en el máximo apretamiento. Las Tablas cruzadas 12 y 13 muestran que existe una prevalencia entre la dominancia del lado derecho (índice positivo) e izquierdo (índice negativo) similar entre el grupo de hombres y mujeres (prueba Chi-cuadrado no significativa) en los Índices de Asimetría Total y del Masetero durante el máximo apretamiento voluntario, por lo que los valores de estos Índices en las Tablas 7 y 8 se tratan con valores absolutos en conjunto. Sin embargo, la Tabla cruzada 14 muestra una diferencia estadísticamente significativa entre la prevalencia del lado derecho e izquierdo del temporal anterior entre los grupos de sexos. Los hombres presentan una mayor prevalencia del lado derecho de este músculo, mientras que el grupo de mujeres presenta una mayor prevalencia del lado izquierdo del temporal anterior durante el máximo apretamiento. Al tener una prevalencia distinta entre los signos del Índice de Asimetría del Temporal anterior, no se puede realizar la media con los valores absolutos en conjunto, por lo que se dan las medias de los valores positivos y negativos por separado (Tablas 7 y 8).

Tabla 12. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría Total en máx. apretamiento

ÍND. ASIMETRÍA TOTAL máx apretamiento		SEXO		Total	CHI-CUADRADO
		Hombres	Mujeres		P
Positivo	Recuento	10	10	20	0,492
	% del total	26,3%	26,3%	52,6%	
Negativo	Recuento	7	11	18	NS
	% del total	18,4%	28,9%	47,4%	
Total	Recuento	17	21	38	
	% del total	44,7%	55,3%	100,0%	

Tabla 13. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría del Masetero en máx. apretamiento

ÍND. ASIMETRÍA MASETERO máx apretam.		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	11	9	20	0,180 NS
	% del total	28,9%	23,7%	52,6%	
Negativo	Recuento	6	12	18	
	% del total	15,8%	31,6%	47,4%	
Total	Recuento	17	21	38	
	% del total	44,7%	55,3%	100,0%	

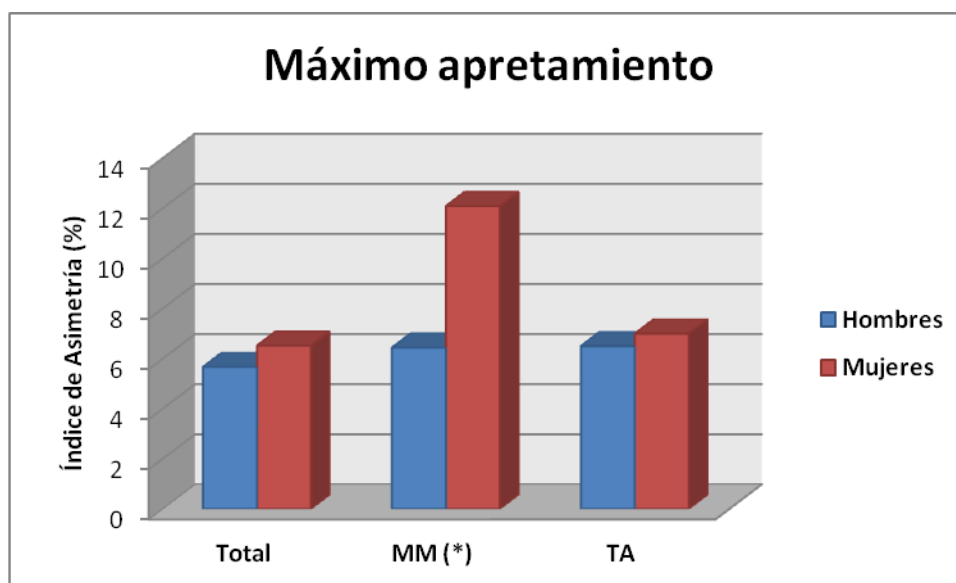
Tabla 14. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia muscular hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Asimetría del Temporal anterior en máx. apretamiento

ÍND. ASIMETRÍA TEMP.ANT. máx apretam.		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	11	7	18	0,054 S
	% del total	28,9%	18,4%	47,4%	
Negativo	Recuento	6	14	20	
	% del total	15,8%	36,8%	52,6%	
Total	Recuento	17	21	38	
	% del total	44,7%	55,3%	100,0%	

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en el Índice de Asimetría Total y en el Índice de Asimetría del Temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario (Tabla 8). Sin embargo, sí se encuentra de manera significativa que las mujeres tienen un mayor Índice de Asimetría del Masetero durante el máximo apretamiento que los hombres.

La representación gráfica de estos índices con la comparación entre los grupos de sexos se puede observar en la Gráfica 14.

Gráfica 14. Índices de Asimetría (%) Total, del Masetero (MM) y del Temporal anterior (TA) en máximo apretamiento voluntario: comparación de los valores absolutos entre el grupo de hombres y mujeres.
(*), $p=0,05$



El Índice de Asimetría Total (con una media del 6,14%), es inferior al Índice de Asimetría del Masetero (9,56% de media) y al del Temporal anterior (6,75% de media) por separado, tanto en hombres como en mujeres (Tablas 6 y 7).

Durante el máximo apretamiento, en el grupo de hombres el masetero muestra un valor de asimetría similar al del temporal anterior, mientras que en el grupo de mujeres es el masetero el músculo más asimétrico.

Todos los sujetos sanos normo-oclusivos de nuestro estudio mostraron un cierto grado de asimetría muscular. Los valores de los Índices de Asimetría durante el máximo apretamiento voluntario son inferiores a sus homólogos durante el reposo. Los músculos masetero y temporal anterior, independientemente del sexo, se comportan de manera más asimétrica a medida que existe un menor grado de actividad.

VI.2.4. ÍNDICES DE ACTIVIDAD

Se calcularon los Índices de Actividad en el reposo y durante el máximo apretamiento voluntario para comparar cuantitativamente la prevalencia muscular entre el masetero y el temporal anterior en cada sujeto, según se explica en el material y método de manera detallada.

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza para la media al 95%) del Índice de Actividad (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario se recogen en la Tabla 15 para el conjunto del grupo normo-oclusivo (N=39) y separados por sexos en la Tabla 16. La comparación entre sexos (mediante la prueba *t* de Student) se muestra en la Tabla 17.

Tabla 15. Índice de Actividad (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior) de los valores teniendo en cuenta el signo

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>			
Índ.Actividad	-15,04	-23,25	-6,83
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>			
Índ.Actividad	-2,62	-6,51	1,27

Tabla 16. Índices de Actividad (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario separados por sexos, en el grupo de hombres (n=17) y en el grupo de mujeres (n=22): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior) teniendo en cuenta el signo

	<i>Hombres</i>			<i>Mujeres</i>		
	<i>Media</i>	<i>IC media 95%</i>		<i>Media</i>	<i>IC media 95%</i>	
		<i>Límite inf.</i>	<i>Límite sup.</i>		<i>Límite inf.</i>	<i>Límite sup.</i>
<i><u>Reposo</u></i>						
Índ.Actividad	-17,41	-32,24	-2,59	-13,12	-23,11	-3,13
<i><u>Máximo apretamiento voluntario</u></i>						
Índ.Actividad	5,10	1,08	9,11	-8,87	-13,84	-3,90

Tabla 17. Comparación de los Índices de Actividad (con signos) entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

	Diferencia de medias	95% IC para la diferencia		t Student	
		Inferior	Superior	p	
<u>Reposo</u>					
Índ.Actividad	-2,97	-19,54	13,59	0,71	NS
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>					
Índ.Actividad	13,57	7,26	19,87	<0,01	S

VI.2.4.1. Reposo

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo del Índice de Actividad en reposo. La Tabla cruzada 18 muestra que existe una prevalencia similar en la dominancia del músculo temporal anterior (índice con signo negativo) sobre el músculo masetero (índice con signo positivo) entre el grupo de hombres y mujeres (prueba Chi-cuadrado no significativa) en el Índice de Actividad en reposo. Para calcular las medias, el valor de este índice se ha tenido en cuenta con el signo, porque de la manera contraria (calculando las medias con los valores absolutos) se perdería la acción del músculo temporal anterior (con valor negativo).

Tabla 18. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia del músculo masetero (índice positivo) o el músculo temporal anterior (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Actividad en reposo

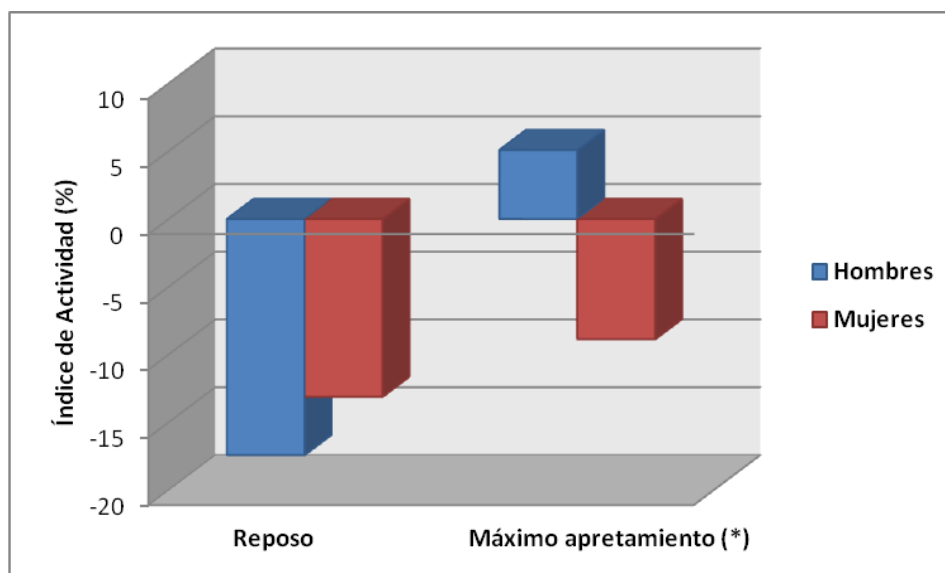
ÍND. ACTIVIDAD reposo		SEXO		Total	CHI-CUADRADO
		Hombres	Mujeres		P
Positivo	Recuento	5	7	12	0,872
	% del total	12,8%	17,9%	30,8%	
Negativo	Recuento	12	15	27	NS
	% del total	30,8%	38,5%	69,2%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en el Índice de Actividad durante el reposo (Tabla 17). En ambos sexos se observa una clara predominancia del músculo temporal anterior sobre el masetero con ambos índices, con signo negativo, por lo que podemos considerar una media total del 15,04% de mayor predominancia del músculo temporal en reposo (Tablas 15 y 16).

La representación gráfica de este índice con la comparación entre los grupos de diferente sexo se puede observar en la Gráfica 15.

Gráfica 15. Índices de Actividad (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario: comparación entre el grupo de hombres y mujeres.

(*), $p < 0,01$



VI.2.4.2. Máximo apretamiento voluntario

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo del Índice de Actividad en el máximo apretamiento. La Tabla cruzada 19 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,001$) entre la prevalencia muscular en el grupo de los hombres, que muestra una mayor prevalencia de la dominancia del músculo masetero (signo positivo) y la del grupo de mujeres, que muestra una clara prevalencia a la dominancia del temporal anterior (signo negativo) en el Índice de Actividad durante el máximo apretamiento voluntario. Para calcular las medias, el valor de este índice se ha tenido en cuenta con el signo, porque de la manera contraria (calculando las medias con los valores absolutos) se perdería la acción del músculo temporal anterior (con valor negativo).

Tabla 19. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia del músculo masetero (índice positivo) o el músculo temporal anterior (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Actividad en máx. apretamiento

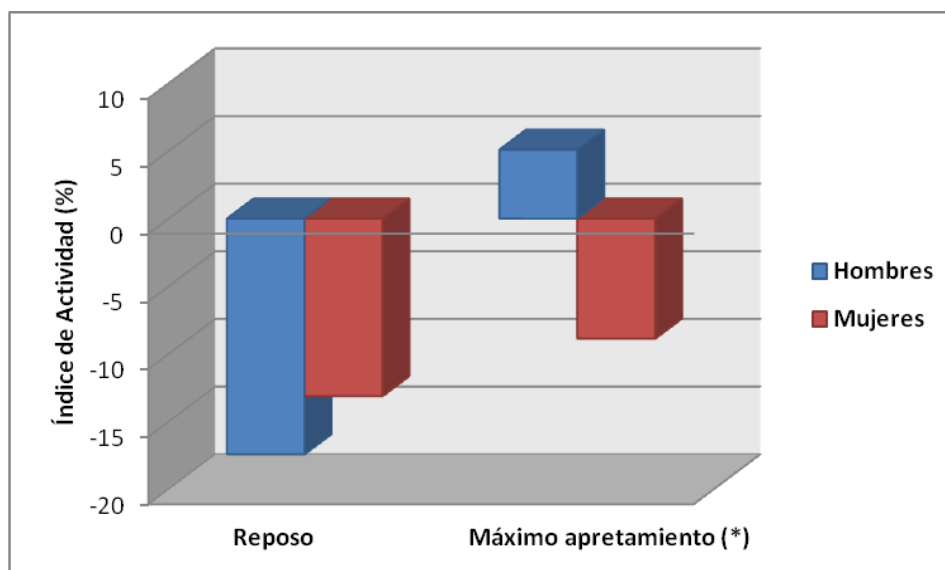
ÍND. ACTIVIDAD máx apretamiento		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	13	1	14	0,000 S
	% del total	34,2%	2,6%	36,8%	
Negativo	Recuento	4	20	24	
	% del total	10,5%	52,6%	63,2%	
Total	Recuento	17	21	38	
	% del total	44,7%	55,3%	100,0%	

En la muestra total, contando ambos sexos, el valor medio del Índice de Actividad no se sitúa muy alejado del valor 0 (-2,62%), lo cual indica que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior son similares durante el máximo apretamiento voluntario. Cuando analizamos las muestras por separado, en función del sexo, también se observa una similar actividad entre ambos músculos: En cada grupo de sexo, el valor medio del Índice de Actividad no se sitúa muy alejado del valor 0 (5,10% en el caso de los hombres y -8,87% en el de las mujeres), lo cual indica que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior están bastante equilibradas durante el máximo apretamiento voluntario.

La diferencia en la prevalencia de signos observada en la Tabla 19 se plasma en la diferencia entre los Índices de Actividad en máximo apretamiento existente entre sexos, mostrados en la Tabla 16: en el grupo de hombres es de 5,10% y en el grupo de mujeres es de -8.87%. Es decir, durante el máximo apretamiento voluntario, en el grupo de hombres la actividad del masetero es la predominante sobre el temporal anterior, mientras que en el de las mujeres esta relación se invierte y el temporal anterior es más activo que el masetero. Esta diferencia entre los sexos sí tiene un valor estadísticamente significativo ($p<0.01$) como muestra la Tabla 17.

La representación gráfica de este índice con la comparación entre los grupos de sexos se puede observar en la Gráfica 15.

Gráfica 15. Índices de Actividad (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario: comparación entre el grupo de hombres y mujeres.
(*), $p < 0,01$



VI.2.5. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANTERIOR EN MÁX. APRETAMIENTO

Se ha realizado el cálculo del Ratio Masetero/Temporal anterior tanto del lado derecho como del izquierdo para valorar la verdadera contribución de cada músculo de manera ipsilateral durante el máximo apretamiento voluntario en cada individuo.

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza para la media al 95%) del Ratio Masetero/Temporal anterior del lado derecho e izquierdo en máximo apretamiento voluntario se recogen en la Tabla 20 para el conjunto del grupo normo-oclusivo (N=39) y separados por sexos en la Tabla 21. La comparación entre los grupos de diferente sexo (mediante las pruebas *t* de Student y Mann-Whitney según corresponde) se muestra en la Tabla 22.

Tabla 20. Ratio MM/TA en máximo apretamiento voluntario del lado derecho e izquierdo de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Lado derecho</u>			
Ratio Masetero/Temporal anterior	0,96	0,87	1,05
<u>Lado izquierdo</u>			
Ratio Masetero/Temporal anterior	0,99	0,90	1,07

Tabla 21. Ratios MM/TA en máximo apretamiento voluntario del lado derecho e izquierdo separados por sexos, en el grupo de hombres (n=17) y en el grupo de mujeres (n=22): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

	<i>Hombres</i>			<i>Mujeres</i>		
	<i>Media</i>	<i>IC media 95%</i>		<i>Media</i>	<i>IC media 95%</i>	
		<i>Límite inf.</i>	<i>Límite sup.</i>		<i>Límite inf.</i>	<i>Límite sup.</i>
<i><u>Lado derecho</u></i>						
Ratio Masetero/Temporal anterior	1,13	1,03	1,22	0,82	0,71	0,93
<i><u>Lado izquierdo</u></i>						
Ratio Masetero/Temporal anterior	1,11	1,00	1,22	0,89	0,77	1,00

Tabla 22. Comparación de los Ratios MM/TA entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student o Mann-Whitney: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

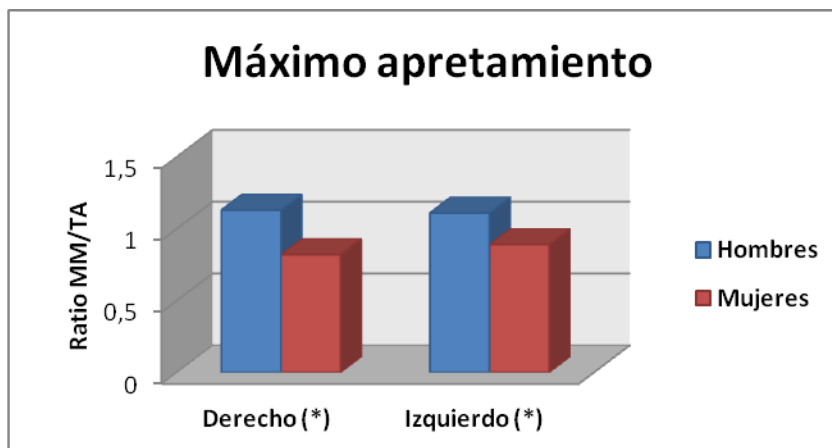
	<i>Diferencia de medias</i>	<i>95% IC para la diferencia</i>		<i>p</i>	
		<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>		
<u>Lado derecho</u>					
Ratio Masetero/Temporal anterior	0,33	0,17	0,50	<0,01	S
<u>Lado izquierdo</u>					
Ratio Masetero/Temporal anterior	0,26	0,08	0,44	<0,01	S

En la muestra total, contando ambos sexos, el valor medio del Ratio Masetero/Temporal anterior no se sitúa muy alejado del valor 1, tanto para el lado derecho (0,96) como para el lado izquierdo (0,99), lo cual indica que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior son similares durante el máximo apretamiento voluntario. Cuando analizamos las muestras por separado, en función del sexo, también se observa una similar actividad entre ambos músculos: En cada grupo de sexo, el valor medio del Ratio Masetero/Temporal anterior no se sitúa muy alejado del valor 1 (1,13 en el lado derecho y 1,11 en el lado izquierdo en el caso de los hombres y 0,82 en el lado derecho y 0,89 en el lado izquierdo en el caso de las mujeres), lo cual indica que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior están bastante equilibradas durante el máximo apretamiento voluntario.

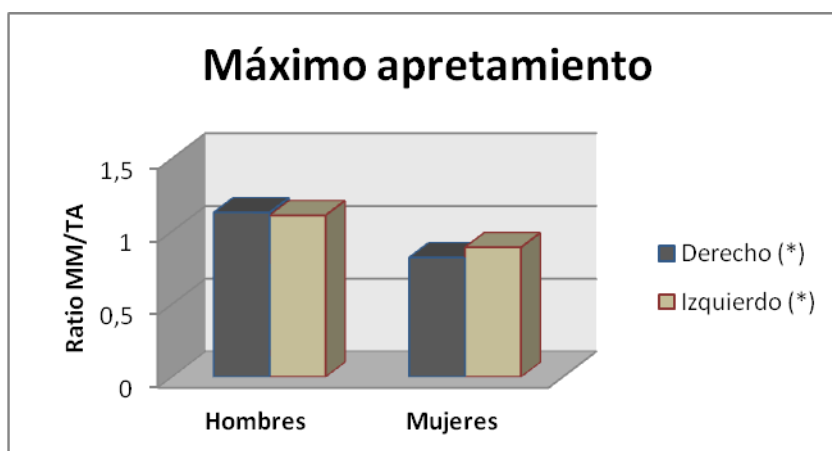
Durante el máximo apretamiento voluntario, al igual que muestra el Índice de Actividad, el Ratio Masetero/Temporal anterior en el grupo de hombres tiene un valor mayor a 1, tanto en el lado derecho como izquierdo, demostrando una predominancia del músculo masetero. Sin embargo, en el grupo de mujeres el valor del Ratio es menor de 1 en ambos lados, por lo que el músculo más activo durante el apretamiento es el temporal anterior (Tabla 21). En la Tabla 22 se muestran estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) detectadas entre los grupos de sexos del Ratio Masetero/Temporal anterior de ambos lados.

En la Gráfica 16 se representa el Ratio Masetero/Temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario del lado derecho e izquierdo al comparar entre el grupo de hombres y mujeres. Los mismos valores pero agrupados por sexos los podemos observar en la Gráfica 17.

Gráfica 16. Ratios Masetero/Temporal Anterior en máximo apretamiento voluntario del lado derecho e izquierdo: comparación entre el grupo de hombres y mujeres. (*), $p < 0,01$.



Gráfica 17. Ratios Masetero/Temporal Anterior en máximo apretamiento voluntario del lado derecho e izquierdo: comparación entre el grupo de hombres y mujeres de los valores agrupados por sexos. (*), $p < 0,01$.



VI.2.6. ÍNDICES DE TORQUE

Se calcularon los Índices de Torque en reposo y durante el máximo apretamiento voluntario para evaluar el valor relativo de las dos cuplas o pares de fuerzas que se producen entre el temporal anterior de un lado y el masetero contralateral. Éstas son el temporal anterior del lado derecho y el masetero izquierdo (cupla laterodesviante hacia el lado derecho) y el temporal anterior izquierdo y el masetero derecho (cupla laterodesviante izquierda), según se explica en el material y método con detalle. Si las dos cuplas no están equilibradas, la fuerza resultante desviará la mandíbula hacia el lado de la cupla predominante.

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza para la media al 95%) del Índice de Torque (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario se recogen en la Tabla 23 para el conjunto del grupo normo-oclusivo (N=39) y separados por sexos en la Tabla 24. La comparación entre los grupos de diferente sexo (mediante las pruebas *t* de Student y Mann-Whitney según corresponde) se muestra en la Tabla 25.

Tabla 23. Índice de Torque (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Valores absolutos de las Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>			
Índ.Torque	19,02	14,96	23,07
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>			
Índ.Torque	4,46	3,06	5,87

Tabla 24. Índices de Torque (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario separados por sexos, en el grupo de hombres (n=17) y en el grupo de mujeres (n=22): Valores absolutos de las Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior) del Índice en máximo apretamiento en conjunto (muestra una prevalencia entre el lado derecho e izquierdo similar entre los grupos de sexos) y separado por signos en el Índice en reposo (muestra una prevalencia distinta entre el lado derecho (Índice positivo) e izquierdo (Índice negativo) entre los grupos de sexos).

	Hombres			Mujeres		
	Media	IC media 95%		Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.		Límite inf.	Límite sup.
<u>Reposo</u>						
Índ.Torque						
- Positivo (prevalencia dcha)	15,84	8,16	23,53	21,66	15,19	28,12
- Negativo (prevalencia izda)	-15,49	-25,90	-5,08	-16,65	-49,92	16,61
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>						
Índ.Torque	3,43	2,27	4,59	5,30	2,89	7,71

Tabla 25. Comparación de los Índices de Torque (valores absolutos) entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student o Mann-Whitney: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

	Diferencia de medias	95% IC para la diferencia		p	
		Inferior	Superior		
<u>Reposo</u>					
Índ.Torque					
- Positivo (prevalencia dcha)	-5,81	-16,17	4,55	0,25	NS
- Negativo (prevalencia izda)	1,15	-18,24	20,55	1,00	NS
<u>Máximo apretamiento voluntario</u>					
Índ.Torque	-1,87	-4,49	0,74	0,46	NS

VI.2.6.1. Reposo

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo del Índice de Torque en el reposo. La Tabla cruzada 26 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,021$) entre la prevalencia de la cupla del lado derecho e izquierdo entre los grupos de sexos. Los hombres presentan una prevalencia equitativa entre la cupla derecha (signo positivo) e izquierda (signo negativo), mientras que el grupo de mujeres presenta una mayor prevalencia de la cupla derecha durante el reposo. Al tener una prevalencia distinta entre los signos positivo y negativo entre los sexos del Índice de Torque en reposo, no se puede realizar la media con los valores absolutos en conjunto, por lo que se dan las medias de los valores positivos y negativos por separado (Tablas 24 y 25).

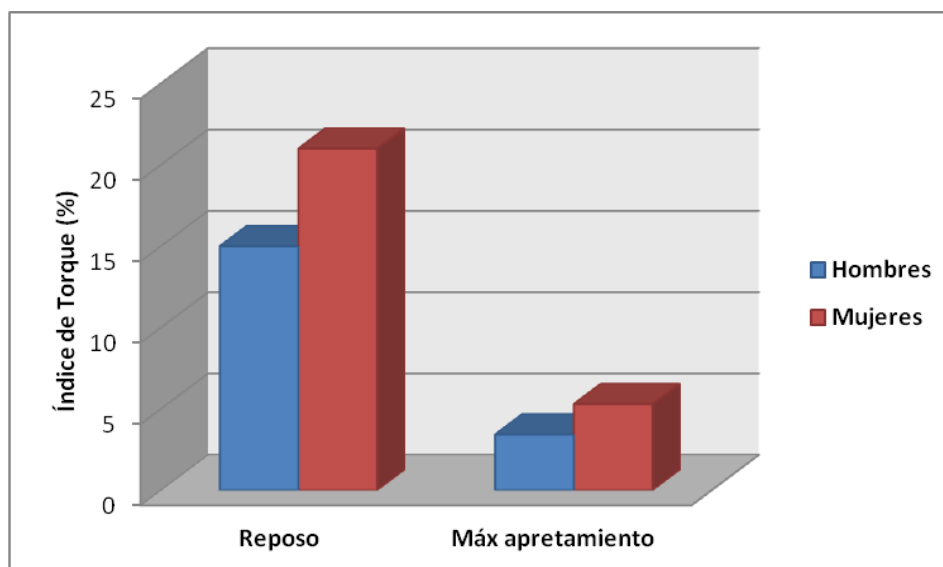
Tabla 26. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia de la cupla hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Torque en reposo

ÍND. TORQUE reposo		SEXO		Total	CHI-CUADRADO
		Hombres	Mujeres		P
Positivo	Recuento	9	19	28	0,021
	% del total	23,1%	48,7%	71,8%	
Negativo	Recuento	8	3	11	S
	% del total	20,5%	7,7%	28,2%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

A pesar de encontrarse diferencias entre la prevalencia del lado de la cupla entre los sexos (con una mayor predominancia hacia el lado derecho en el grupo de mujeres), al comparar los Índices de Torque hacia el mismo lado entre sí no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en el Índice de Torque durante el reposo (Tabla 25). En la muestra total, uniendo ambos sexos, se observa un efecto laterodesviante mandibular de un valor medio del 19,02% en valores absolutos, durante la posición de reposo.

La representación gráfica de este índice con la comparación entre los grupos de diferente sexo se puede observar en la Gráfica 18.

Gráfica 18. Índices de Torque (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario: comparación de los valores absolutos entre grupo de hombres y mujeres.



VI.2.6.2. Máximo apretamiento voluntario

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo del Índice de Torque en el máximo apretamiento. La Tabla cruzada 27 muestra que existe una prevalencia entre la cupla del lado derecho (índice positivo) e izquierdo (índice negativo) similar entre el grupo de hombres y mujeres (prueba Chi-cuadrado no significativa) en el Índice de Torque durante el máximo apretamiento voluntario, por lo que el valor de este índice en las Tablas 24 y 25 se trata con valores absolutos en conjunto.

Tabla 27. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia de la cupla hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres del Índice de Torque en máx. apretamiento

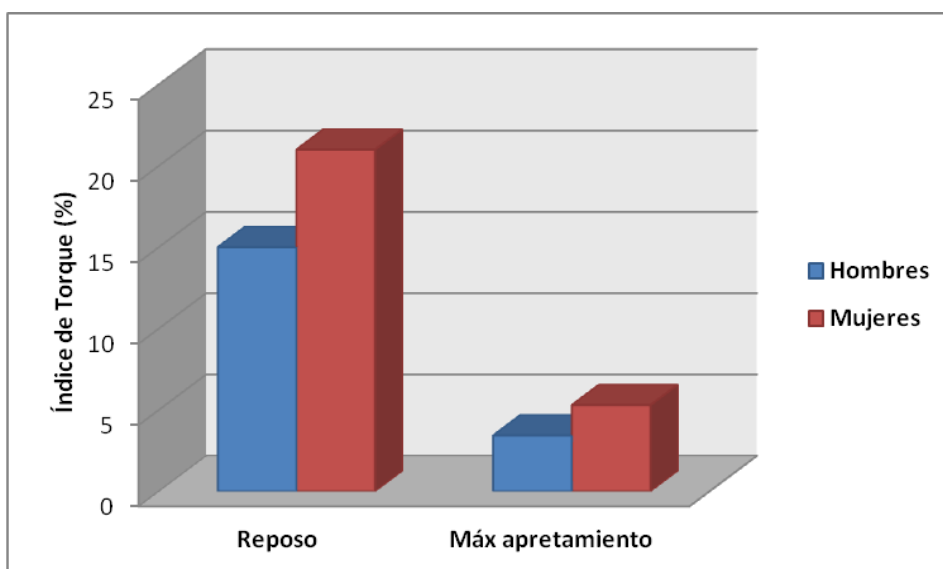
ÍND. TORQUE máx apretamiento		SEXO		Total	CHI-CUADRADO P
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	7	12	19	0,328
	% del total	18,4%	31,6%	50,0%	
Negativo	Recuento	10	9	19	NS
	% del total	26,3%	23,7%	50,0%	
Total	Recuento	17	21	38	
	% del total	44,7%	55,3%	100,0%	

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en el Índice de Torque durante el máximo apretamiento voluntario (Tabla 25). En la muestra total, uniendo ambos sexos, se observa un efecto de desviación lateral mandibular de un valor medio de 4,46% durante el máximo apretamiento (Tabla 23).

Todos los sujetos sanos normo-oclusivos de nuestro estudio mostraron un cierto efecto de torque lateral mandibular, mostrando valores mayores de este índice en reposo que en máximo apretamiento (similarmemente a como se comportan los Índices de Asimetría).

La representación gráfica de este índice con la comparación entre los grupos de diferente sexo se puede observar en la Gráfica 18.

Gráfica 18. Índices de Torque (%) en reposo y en máximo apretamiento voluntario: comparación de los valores absolutos entre grupo de hombres y mujeres.



VI.3. KINESIOGRAFÍA

VI.3.1. REPRODUCIBILIDAD DE LOS REGISTROS

La Tabla 28 muestra los valores medios y desviaciones estándar de los registros kinesiográficos (mm) de la máxima apertura-cierre mandibular (desplazamiento vertical y lateral) de diez sujetos elegidos aleatoriamente realizados en dos mediciones consecutivas y el resultado al comparar mediante la prueba t de Student el primer registro con el segundo para determinar la reproducibilidad de la prueba kinesiográfica.

Tabla 28. Comparación de los registros kinesiográficos (mm) durante los movimientos de apertura-cierre mandibular tomados en dos momentos consecutivos.

<i>Parámetro</i>	<i>Primer registro</i>		<i>Segundo registro</i>		<i>t Student</i>	
	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>Media</i>	<i>DS</i>	<i>p</i>	
Apertura vertical	33,70	2,29	33,54	2,18	0,29	NS
Desviación lateral	1,96	0,99	2,01	1,13	0,87	NS

Como muestra la Tabla 28, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los registros kinesiográficos mandibulares repetidos.

VI.3.2. REGISTROS KINESIOGRÁFICOS

Los parámetros descriptivos (media e intervalo de confianza para la media al 95%) de los movimientos mandibulares (mm) durante la trayectoria de máxima apertura-cierre mandibular, movimientos bordeantes excursivos (protrusiva, lateralidad derecha e izquierda) y reposo mandibular, registrados mediante kinesiografía se recogen en la Tabla 29 para el conjunto del grupo normo-oclusivo (N=39) y separados por sexos en la Tabla 30. La comparación entre sexos (mediante las pruebas *t* de Student y Mann-Whitney según corresponde) se muestra en la Tabla 31.

Tabla 29. Datos kinesiográficos de los movimientos mandibulares (mm) de apertura-cierre, movimientos bordeantes excursivos y la posición de reposo de la muestra de sujetos normo-oclusivos (N=39): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior)
(*): valores absolutos

Grupo normo-oclusivo			
	Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.
<u>Apertura-cierre mandibular</u>			
Máxima apertura	37,38	36,03	38,74
Máxima desviación lateral (cierre) (*)	3,23	2,59	3,87
<u>Movimientos bordeantes</u>			
Protrusiva	8,44	7,73	9,15
Lateralidad derecha	7,54	7,11	7,98
Lateralidad izquierda	7,54	6,95	8,13
<u>Reposo mandibular</u>			
Espacio libre vertical	1,40	1,09	1,70
Movimiento lateral (*)	0,26	0,19	0,32

Tabla 30. Datos kinesiográficos de los movimientos mandibulares (mm) de apertura-cierre, movimientos bordeantes excursivos y la posición de reposo separados por sexos, en el grupo de hombres (n=17) y en el grupo de mujeres (n=22): Medias e Intervalos de confianza (IC) para las medias al 95% (límite inferior/límite superior).

(*): valores absolutos

	Hombres			Mujeres		
	Media	IC media 95%		Media	IC media 95%	
		Límite inf.	Límite sup.		Límite inf.	Límite sup.
<u>Apertura-cierre mandibular</u>						
Máxima apertura	37,24	35,31	39,16	37,50	35,45	39,56
Máxima desviación lateral (cierre) (*)	3,33	2,26	4,40	3,15	2,29	4,01
<u>Movimientos bordeantes</u>						
Protrusiva	8,55	7,49	9,61	8,35	7,31	9,40
Lateralidad derecha	7,18	6,49	7,86	7,84	7,27	8,41
Lateralidad izquierda	7,00	6,32	7,68	7,98	7,04	8,91
<u>Reposo mandibular</u>						
Espacio libre vertical	1,61	1,04	2,18	1,22	0,88	1,56
Movimiento lateral (*)	0,28	0,17	0,40	0,24	0,15	0,33

Tabla 31. Comparación de los valores kinesiográficos entre el grupo de hombres y el de mujeres mediante la prueba *t*-Student o Mann-Whitney: Diferencia de las medias, Intervalo de confianza (IC) para la diferencia de medias al 95% y significación estadística (*p*)

(*): valores absolutos

	<i>Diferencia de medias</i>	<i>95% IC para la diferencia</i>			<i>p</i>
		<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>		
<u>Apertura-cierre mandibular</u>					
Máxima apertura	-0,17	-2,88	2,53	0,89	NS
Máxima desviación lateral (cierre) (*)	0,18	-1,12	1,48	0,78	NS
<u>Movimientos bordeantes</u>					
Protrusiva	0,37	-1,10	1,84	0,61	NS
Lateralidad derecha	-0,54	-1,42	0,33	0,21	NS
Lateralidad izquierda	-0,92	-2,06	0,22	0,11	NS
<u>Reposo mandibular</u>					
Espacio libre vertical	0,32	-0,32	0,97	0,43	NS
Movimiento lateral (*)	0,04	-0,09	0,18	0,50	NS

VI.3.2.1. Máxima apertura-cierre mandibular

VI.3.2.1.1. Máxima apertura (movimiento vertical)

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y mujeres en la magnitud del movimiento vertical en la trayectoria mandibular de máxima apertura-cierre (Tabla 31), siendo el valor medio para la muestra total de 37,38 mm (Tabla 29).

VI.3.2.1.2. Máxima desviación lateral (cierre)

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo de la desviación lateral en el cierre. La Tabla cruzada 32 muestra que existe una prevalencia entre la desviación en el cierre hacia el lado derecho (índice positivo) e izquierdo (índice negativo) similar entre el grupo de hombres y mujeres (prueba Chi-cuadrado no significativa), por lo que este registro se trata con valores absolutos en conjunto en las Tablas 29, 30 y 31.

Tabla 32. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia de la desviación lateral en el cierre hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres

MÁX DESVIACIÓN LATERAL <i>Apertura-cierre mandibular</i>		SEXO		Total	CHI-CUADRADO <i>P</i>
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	9	17	26	0,110
	% del total	23,1%	43,6%	66,7%	
Negativo	Recuento	8	5	13	NS
	% del total	20,5%	12,8%	33,3%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

Tampoco se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de diferente sexo para la máxima desviación lateral en el cierre (Tabla 31), mostrando un valor medio de 3,23 mm para la muestra total (Tabla 29).

VI.3.2.2. Protrusiva

La Tabla 31 muestra que no existen diferencias significativas en el movimiento mandibular de protrusiva entre los hombres y las mujeres, obteniendo esta trayectoria una media de 8,44 mm en nuestra muestra de sujetos normo-oclusivos (Tabla 29).

VI.3.2.3. Lateralidad derecha

De igual manera, los hombres y las mujeres no muestran diferencias significativas al realizar el movimiento excursivo mandibular de lateralidad derecha (Tabla 31), siendo el valor medio de 7,54 mm (Tabla 29).

VI.3.2.4. Lateralidad izquierda

Similarmente a la anterior, la lateralidad izquierda muestra la misma media de 7,54 mm (Tabla 29) y tampoco se encuentran diferencias significativas entre los sexos para este valor (Tabla 31).

VI.3.2.5. Reposo mandibular

VI.3.2.5.1. Espacio libre vertical

Destacar que en nuestro estudio sobre sujetos normo-oclusivos ningún sujeto mostró un valor de 0 para el espacio libre vertical. Este parámetro no mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres (Tabla 31), siendo su valor medio de 1,4 mm (Tabla 29).

VI.3.2.5.2. Movimiento lateral

Mediante el test de Chi-cuadrado, se realizó la comparación de la prevalencia de valores positivos y negativos entre los grupos de diferente sexo del movimiento lateral desde la posición de reposo mandibular hasta la de máxima intercuspidad. La Tabla cruzada 33 muestra que existe una prevalencia similar entre el movimiento hacia el lado derecho (índice positivo) e izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres, por lo que este registro se trata con valores absolutos en conjunto en las Tablas 29, 30 y 31.

Tabla 33. Tabla cruzada de la comparación de la prevalencia del movimiento desde el reposo hasta el cierre hacia el lado derecho (índice positivo) o izquierdo (índice negativo) entre el grupo de hombres y mujeres

MOVIMIENTO LATERAL <i>Reposo mandibular</i>		SEXO		Total	CHI-CUADRADO <i>P</i>
		Hombres	Mujeres		
Positivo	Recuento	7	16	23	0,060
	% del total	17,9%	41,0%	59,0%	
Negativo	Recuento	10	6	16	NS
	% del total	25,6%	15,4%	41,0%	
Total	Recuento	17	22	39	
	% del total	43,6%	56,4%	100,0%	

El movimiento lateral desde la posición de reposo mandibular hasta la de máxima intercuspidad no muestra diferencias estadísticamente significativas entre los sexos (Tabla 31), teniendo este parámetro un valor medio de 0,26 mm para la muestra total (Tabla 29).

VI.3.2.6. Deglución

En todos los sujetos de nuestro estudio (100% de la muestra) se obtuvo un patrón de deglución normal o adulta (con contacto oclusal), no observándose la interposición lingual entre los dientes en ningún caso.

VII. DISCUSIÓN

La discusión se desarrolla según el siguiente esquema:

VII.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

VII.1.1. TÉCNICA DE MUESTREO

VII.1.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

VII.1.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

VII.2. SELECCIÓN DE LA TÉCNICA

VII.2.1. ELECTROMIOGRAFÍA

VII.2.2. KINESIOGRAFÍA

VII.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS

VII.3.1. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG)

VII.3.1.1. Reposo

VII.3.1.2. Deglución

VII.3.1.3. Masticación

VII.3.1.4. Máximo apretamiento voluntario

VII.3.2. ÍNDICES DE ASIMETRÍA

VII.3.3. ÍNDICES DE ACTIVIDAD

VII.3.4. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANT. EN MÁX. APRETAMIENTO

VII.3.5. ÍNDICES DE TORQUE

VII.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS KINESIOGRÁFICOS

VII.4.1. MÁXIMA APERTURA-CIERRE MANDIBULAR

VII.4.2. PROTRUSIVA

VII.4.3. LATERALIDAD DERECHA

VII.4.4. LATERALIDAD IZQUIERDA

VII.4.5. REPOSO MANDIBULAR

VII.4.6. DEGLUCIÓN

VII.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

VII.1.1. TÉCNICA DE MUESTREO

Los sujetos de nuestro estudio fueron seleccionados de entre los alumnos de la Licenciatura de Odontología y de Medicina, del Máster de Ortodoncia, así como de entre el profesorado de la Facultad de Odontología de la U.C.M. Nuestro periodo de selección de la muestra duró desde el año 2003 al 2010. Cada curso de licenciatura tiene aproximadamente 100 alumnos matriculados, que junto con los alumnos del Máster de Ortodoncia y el profesorado de la facultad suponen más de 1.000 sujetos revisados. Debido a la menor proporción de estudiantes varones en la Facultad de Odontología, se precisaron 8 años de revisión de sujetos para conseguir un tamaño suficiente de muestra masculina que pudiese ser estadísticamente representativa.

En la selección de la muestra utilizamos la inclusión consecutiva de casos o muestreo consecutivo, que consiste en seleccionar a los sujetos que cumplen los criterios de inclusión-exclusión durante un periodo determinado. El muestreo consecutivo es una técnica de muestreo no probabilística, donde no todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser incluidos, pero cuando está libre de sesgos y es representativa de la población objeto del estudio es tan válida como cualquier otra técnica. Está especialmente indicada cuando los pacientes que cumplen los requisitos del estudio son escasos y difíciles de encontrar, como en esta investigación (ARGIMON y JIMÉNEZ, 1998).

VII.1.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para poder determinar de forma exacta el tamaño de la muestra necesitábamos saber, entre otras cosas, la variabilidad de los parámetros que deseábamos medir basándonos en los datos de estudios previos.

Al revisar la bibliografía, encontramos que los estudios neuromusculares y kinesiográficos sobre adultos jóvenes sanos y con oclusión ideal son escasos y muchos efectuados con muestras de tamaño reducido al formar ésta un grupo control dentro de una investigación más amplia. Dentro de estos estudios, en los que el grupo control estaba formado por sujetos con oclusión ideal (ALAJBEG et al., 2006; RODRIGUES y FERREIRA, 2004; CÁRDENAS y OGALDE, 2002; FERRARIO et al., 1999; HARPER et al., 1997; ABEKURA et al., 1995; DEGUCHI et al., 1995; 1994), algunos presentaban hasta un tamaño de muestra igual o inferior a 10 sujetos (RODRIGUES y FERREIRA, 2004; HARPER et al., 1997; ABEKURA et al., 1995).

La mayoría de estudios consultados que coinciden con nuestra investigación en los criterios de edad, oclusión ideal y sobre sujetos sanos, tienen un tamaño de muestra menor al nuestro, siendo el tamaño total (incluyendo ambos sexos) entre 20 y 30 sujetos ($N= 20-30$) el más frecuentemente encontrado, por lo que los grupos de hombres y mujeres suelen estar entre 10-15 sujetos cada uno ($n= 10-15$) (FRESNO et al., 2007; ALAJBEG et al., 2006; FERRARIO et al., 2006; 2003; 2002; 2000; 1999; SCOPEL et al., 2005; CÁRDENAS y OGALDE, 2002).

Teniendo en cuenta el número de sujetos por grupo de sexo, encontramos tamaños de muestra similares a nuestro estudio en los trabajos de DEGUCHI et al. (1995; 1994), que componen su grupo control de 20 mujeres japonesas para evaluar las diferencias EMG en la masticación entre sujetos con oclusión normal y

con clase III y II respectivamente. NAEIJE et al. (1989) muestran unos valores de actividad EMG de referencia durante el apretamiento submáximo en un grupo de 21 pacientes varones. TECCO et al. (2007a) investigan las variaciones en los valores EMG según la clase ósea al comparar un grupo de 20 mujeres con clase I ósea y dental con grupos similares con clase II y III.

También se han encontrado estudios con tamaños de muestra mayores al nuestro. FERRARIO et al. (1993) estudian la actividad EMG de 92 jóvenes normales (49 hombres y 43 mujeres) para dar unos valores de referencia. Sin embargo, con respecto a la oclusión, sólo se excluye a sujetos con mordida cruzada anterior y lateral (sin especificar la clase molar, resalte y sobremordida de los sujetos de su estudio). FERRARIO y SFORZA (1996) presentan una investigación con 60 pacientes para estudiar las características EMG de la masticación y más adelante, FERRARIO et al. (2004) publican otro estudio de 52 sujetos para evaluar las fuerzas de mordida en adultos sanos. Un estudio reciente y con una muestra muy amplia lo acaban de publicar SIERPINSKA et al. (2015), con una investigación sobre 200 jóvenes sanos con oclusión ideal (87 hombres y 113 mujeres) para evaluar el efecto de la morfología de las arcadas dentarias sobre la actividad de los músculos masticatorios.

El resto de estudios de nuestra revisión bibliográfica presenta igualmente tamaños de muestra dispares y por lo general menores que el recogido por nosotros, además de ser heterogéneas, sin especificar criterios de inclusión-exclusión, con gran diferencia en el rango de edad o con diferentes consideraciones a la hora de interpretar la oclusión ideal.

Nuestra muestra está formada por 39 pacientes jóvenes sanos con oclusión ideal, de ellos 17 son hombres y 22 mujeres, tamaño que consideramos suficiente para poder ser representativa y que los resultados sean significativos. No obstante, sería deseable en un futuro aumentar el tamaño de la muestra para poder dar más valor a nuestra investigación.

VII.1.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

La principal dificultad encontrada en nuestra investigación ha sido la selección de la muestra, a la hora de reclutar el suficiente número de sujetos necesario. Esto es debido a los estrictos criterios de inclusión considerados, que requieren no sólo una oclusión ideal como dato básico para formar parte de la investigación, sino toda una serie de parámetros de normalidad que permitan hacer de nuestros resultados unos valores fiables como criterios normales de referencia.

Nuestra rigurosidad a la hora de seleccionar la muestra pretende eliminar la posible influencia de variables modificadoras o factores de confusión sobre la actividad muscular como por ejemplo, la edad, la relación ósea antero-posterior (clase esquelética), el patrón de crecimiento, las asimetrías esqueléticas, los problemas de disfunción cráneo-mandibular, los procesos destructivos dentarios o afectaciones pulpaes, la ausencia dentaria y la desviación funcional mandibular provocada por prematuridades.

El rango de edad de nuestra muestra ha abarcado únicamente a adultos jóvenes (edad media $22,8 \pm 3,9$ años), para eliminar el posible efecto de este factor sobre las características neuromusculares descrito por algunos autores (PALINKAS et al., 2010; ALAJBEG et al., 2006; GALO et al., 2006; UEDA et al., 2000; VISSER et al., 1994; PANCHERZ, 1980a). En contraposición, hay autores como BAKKE et al. (1989) que incluyen en su muestra de grupo control para valorar potenciales EMG, sujetos con edades comprendidas entre los 20 a 60 años sin tener en cuenta esta variable como modificadora.

En cuanto a la oclusión ideal, hay autores que se muestran más laxos a la hora de considerar los criterios de la oclusión ideal, como por ejemplo FERRARIO et al. (1993), que consideran la ausencia de mordida cruzada anterior y lateral como oclusión normal, sin especificar la clase de Angle que presentan los sujetos de su muestra. Otros autores (TECCO et al., 2007a; ALAJBEG et al., 2006; CÁRDENAS y OGALDE, 2002; TAKADA et al., 1996; ABEKURA et al., 1995) sí llegan a concretar la presencia de clase I molar de Angle como criterio para su muestra, pero sin embargo, no refieren los valores de resalte y sobremordida de los sujetos, así como la ausencia de mordida cruzada, por lo que no se puede asegurar que sus resultados sean sobre una población con oclusión estrictamente ideal. GRANGER et al. (1999) utilizan la “oclusión cerca de la norma” como criterio de inclusión en su estudio y NAEIJE et al. (1989) la presencia de “buena oclusión”, sin entrar en más detalles.

Sin embargo, estudios como los de SIERPINSKA et al. (2015), FRESNO et al. (2007), FERRARIO et al. (2006; 2004; 2003; 2002; 2000; 1999a; 1999b) y FERRARIO y SFORZA (1996), sí tienen en cuenta parte de los parámetros de oclusión (clase I molar y canina bilateral, resalte y sobremordida de 2-4 mm y ausencia de mordida cruzada anterior y lateral) que se han considerado como criterios de inclusión en nuestra investigación.

A su vez, algunos estudios (SUVINEN et al., 2003; VISSER et al., 1994; BAKKE et al., 1989) comparan resultados entre un grupo experimental (normalmente con disfunción cráneo-mandibular) y un grupo control considerado normal, sin tener en cuenta el factor oclusal en su investigación como criterio de inclusión, de manera que los sujetos considerados normales en estos estudios son aquellos con ausencia de patología disfuncional, es decir, sujetos sanos pero con oclusión sin especificar. En la misma línea, otros estudios muestran parámetros normales de referencia, pero sin tener en cuenta la oclusión: el criterio de normalidad es la ausencia de disfunción cráneo-mandibular (FELÍCIO et al., 2009; MUSHIMOTO y MITANI, 1982).

Con el objetivo de homogeneizar al máximo nuestra población de estudio, y debido a que la gran mayoría de autores consultados coinciden en afirmar que la clase esquelética influye en el patrón neuromuscular afectando a los valores electromiográficos (CHA et al., 2007; TECCO et al., 2007a; WATANABE, 2000; MIRALLES et al., 1991; LOWE et al., 1983) y kinesiógráficos (GERSTNER et al., 1999), no sólo hemos considerado como criterio de inclusión la oclusión ideal, sino que además, todo este esquema oclusal tiene que estar situado en el marco de una normalidad entre las bases óseas subyacentes de clase I esquelética (de acuerdo con los valores cefalométricos medidos y explicados en el material y método).

Distintos patrones faciales también afectan tanto la actividad electromiográfica (CHA et al., 2007; TECCO et al., 2007b; FARELLA et al., 2003; NAKAKAWAJI et al., 2002; UEDA et al., 2000) como kinesiógrfica (MICHELOTTI et al., 1997; KONCHAK et al., 1988). La mayoría de los sujetos de nuestro estudio presenta un patrón de crecimiento mesobraquifacial, no teniendo ninguno más de una desviación estándar fuera de la norma con respecto al patrón facial.

Se descartaron sujetos con alteraciones en la ATM o con procesos destructivos dentarios, ya que los reflejos nociceptivos pueden alterar la actividad de los músculos masticatorios o los movimientos mandibulares (LIU et al., 1999; GOLDARACENA et al., 1984).

FERRARIO et al. (2003; 1999b) encuentran alteración de la actividad de los músculos cervicales y masticatorios al introducir una interferencia oclusal en un grupo de sujetos con oclusión normal. Nosotros descartamos de nuestro estudio los sujetos que mostraban un deslizamiento entre la posición de relación céntrica y la de máxima intercuspidación mayor o igual a 1,5 mm en sentido antero-posterior y cualquier grado de desviación funcional mandibular.

El reciente estudio de WIECZOREK y LOSTER (2015) no muestra diferencias significativas en la actividad EMG durante el máximo apretamiento voluntario al comparar un grupo de sujetos que sí habían recibido tratamiento ortodóncico en el pasado con otro grupo de sujetos que no lo habían recibido. A pesar de este resultado, otro de nuestros criterios de exclusión es el haber recibido tratamiento de ortodoncia previo o estar siendo tratado en el momento actual de la investigación. Mientras algunos estudios que valoran la actividad muscular también contemplan, como nosotros, el tratamiento ortodóncico previo o actual como criterio de exclusión (SIERPINSKA et al., 2015; ALARCÓN et al., 2009; 2000; FELÍCIO et al., 2009; CHA et al., 2007; FRESNO et al., 2007; ALAJBEG et al., 2006; FERRARIO et al., 2006; RODRIGUES y FERREIRA, 2004; FERRARIO y SFORZA, 1996; MIRALLES et al., 1991), otros estudios sobre electromiografía no tienen en cuenta el factor de un tratamiento ortodóncico previo o actual en sus investigaciones (TECCO et al., 2007a; SCOPEL et al., 2005; FERRARIO et al., 2004a; 2004b; 2003; 2002; 2000; 1999a; 1999b; 1993; SUVINEN et al., 2003; CÁRDENAS y OGALDE, 2002; GRANGER et al., 1999; TUXEN et al., 1999; SGOBBI DE FARIA y BÉRZIN, 1998; HARPER et al., 1997; RILO et al., 1997; TAKADA et al., 1996; ABEKURA et al., 1995; DEGUCHI et al., 1995; 1994; VISSER et al., 1994; BAKKE et al., 1992a; 1989; NAEIJE et al., 1989; MUSHIMOTO y MITANI, 1982).

Como se verá más adelante, nos ha sido difícil comparar nuestros resultados con los publicados en la literatura, dado que la mayoría de los estudios no han sido tan rigurosos a la hora de seleccionar la muestra, impidiendo así una adecuada interpretación de las diferencias encontradas entre ellos.

VII.2. SELECCIÓN DE LA TÉCNICA

VII.2.1. ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía de superficie permite cuantificar la actividad muscular de los músculos accesibles externamente, tanto en estado de reposo como durante diferentes funciones, de manera objetiva y reproducible, posibilitando así la comparación entre individuos. Es por tanto un método de investigación y evaluación útil y validado, frente a la exploración clínica y palpación que resultan subjetivas y no cuantificables (FERRARIO et al., 1993).

Sin embargo, diversas revisiones realizadas de la literatura sobre estudios electromiográficos (ARMIJO-OLIVO et al., 2007; SUVINEN y KEMPPAINEN, 2007; KLASER y OKESON, 2006) encuentran una baja calidad en la metodología empleada y recomiendan interpretar los resultados de la EMG con cautela.

KLASER y OKESON (2006) llegan a la conclusión de que la EMG tiene un valor muy limitado en el diagnóstico y tratamiento de la DCM debido a que existe un gran número de factores biológicos y técnicos que la afectan. Las variables biológicas detectadas serían: edad, sexo, morfología esquelética, grosor cutáneo (VAN DER GLAS et al., 1996), movimiento de la cabeza y postura corporal, presencia de dolor en otras áreas del cuerpo, bruxismo y factores fisiológicos y psicológicos. Como factores técnicos tendríamos: localización y orientación de los electrodos, distancia inter-electrodo (CASTROFLORIO et al., 2005a), así como el método estadístico empleado (Tabla 34).

Tabla 34. Factores biológicos y técnicos que afectan a la técnica de EMG de superficie

FACTORES BIOLÓGICOS	FACTORES TÉCNICOS
Variabilidad fisiológica	Localización electrodos
Edad	Orientación electrodos
Sexo	Distancia inter-electrodo
Factores psicológicos	Método estadístico
Presencia de dolor	
Morfología facial	
Hábitos parafuncionales	
Movimientos de cabeza y postura corporal	
Grosor cutáneo	

Todos estos factores pueden controlarse aplicando protocolos adecuados, que proporcionan la exactitud y reproducibilidad necesarias (CASTROFLORIO et al., 2005b; BAKKE, 1993; FERRARIO et al., 1991).

FERRARIO et al. (1991) estudian la reproducibilidad de los registros electromiográficos, inter e intraoperador, concluyendo que el protocolo propuesto permite una buena reproducibilidad, que mejora cuando el operador está lo suficientemente entrenado, tanto en la colocación de los electrodos como en las instrucciones que debía dar al paciente.

En nuestra investigación se han empleado los protocolos estandarizados de FERRARIO et al. (1991) y JANKELSON (1990), bien descritos y contrastados. Estos autores dan unas pautas que procuran eliminar todas aquellas variables que pudiesen afectar la reproducibilidad de las mediciones: el operador estaba correctamente instruido para la colocación adecuada de los electrodos, preparación de la piel y para utilizar las mismas instrucciones verbales en todos

los pacientes; todos los registros se hicieron en el mismo lugar, bajo condiciones similares (ambiente tranquilo, silencio y poca luz) y los sujetos se colocaron sentados en una silla manteniendo una posición erecta natural.

Actuando en esta línea, FERRARIO et al. (2000; 1999) proponen el siguiente método de estandarización de potenciales EMG durante el máximo apretamiento voluntario: en cada sujeto se posicionaban dos rollos de algodón en los dientes mandibulares posteriores y el máximo apretamiento voluntario era registrado. Para cada músculo, este potencial máximo se consideraba el 100%, y todos los siguientes potenciales electromiográficos eran expresados como un porcentaje de este valor. Estos valores electromiográficos relativos eran afectados así solamente por las superficies oclusales, debido a que este tipo de estandarización anula el ruido procedente de factores biológicos y/o técnicos propios de esta técnica (la variabilidad debida a la piel, conductividad del electrodo, posición del electrodo y una relativa hipo o hipertrofia muscular). El efecto solamente de la oclusión es así estudiado y se permite por tanto, la comparación de los distintos tipos de registros EMG entre diferentes individuos.

Se usaron electrodos de superficie porque el objetivo era estudiar la actividad de áreas musculares en lugar de fibras o grupos de fibras musculares unitarias, más indicadas en estudios sobre fisiología o patología. La electromiografía de superficie ofrece información sobre las áreas de los músculos masticatorios accesibles y resulta inocua e indolora, evitando rechazos psicológicos y molestias.

Algunos de los inconvenientes que presenta son que los electrodos de superficie no dan información de la parte profunda del músculo sino sólo de la zona superficial, y que no se puede acceder a los músculos pterigoideos. Otra desventaja es que durante el registro de la actividad del músculo digástrico, se recoge simultáneamente la actividad de músculos vecinos como milohioideo,

geniogloso y genihioides. De forma similar, cuando se estudia el temporal anterior, también se registra la actividad del epicráneo y orbiculares (JANKELSON, 1992).

La mayoría de las cuestiones más importantes relacionadas con la metodología de los registros EMG fueron recientemente unificadas en una iniciativa de consenso multinacional llamada SENIAM (*Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles*) e ISEK (*The International Society of Electromyography and Kinesiology*). Ambas organizaciones establecen recomendaciones para la localización de los electrodos y procesamiento de la señal EMG.

En una revisión reciente de la literatura realizada en 2013, WOZNIAK et al. confirman el alto valor de la EMG de superficie como una herramienta no invasiva, objetiva y precisa que amplía el conocimiento de la anatomía, fisiología y patología del sistema estomatognático, dando a esta técnica las siguientes utilidades clínicas en el campo de la odontología general y de la ortodoncia: diagnóstico y tratamiento de la disfunción cráneo-mandibular, evaluación de la disfunción del sistema estomatognático en sujetos con maloclusión y monitorización de los tratamientos ortodóncicos.

VII.2.2. KINESIOGRAFÍA

Los movimientos mandibulares de máxima apertura-cierre, protrusiva, lateralidad derecha e izquierda, reposo y deglución se analizaron espacialmente y se cuantificaron mediante el Kinesiógrafo mandibular K6 integrado en el Sistema Myotronics®. Utiliza un pequeño imán adherido sobre la superficie labial de los incisivos inferiores y ocho sensores colocados sobre un arco facial. Al moverse la mandíbula, se desplaza el imán provocando cambios en el campo electromagnético generado por el imán, que son registrados por los sensores. No

se necesitan conexiones entre el imán y los sensores, por lo que no salen cables de la boca que dificulten el movimiento mandibular. Al estar el arco facial unido a la cabeza, no se afectan las mediciones por el movimiento de la misma. Otras ventajas que ofrece esta técnica son la capacidad del movimiento de los incisivos mandibulares para reflejar un amplio rango de movimientos mandibulares sin interferir con las funciones fisiológicas, la capacidad de mantener la propiocepción de los sujetos y la facilidad de acceso (KANG et al., 1991). Además, permite medir simultáneamente los movimientos mandibulares (mm) con la actividad muscular (μV).

En este dispositivo se producía inicialmente una distorsión en la medición de las dimensiones antero-posterior y transversal, pues no había una relación lineal en los registros sino que, a medida que la mandíbula se extendía en dirección anteroposterior o transversal, el sistema K6 medía menos de lo que realmente se desplaza la mandíbula (MICHLER, 1987). Este inconveniente se ha resuelto mediante un software de corrección geométrica, de forma que los registros son totalmente exactos. El K6 resulta actualmente un dispositivo muy versátil (NEILL y HOWELL, 1986) y validado.

Otros autores han preferido utilizar sistemas alternativos como el Sirognathograph® (BEN-BASSAT et al., 1993), el Optotrak optoelectric recording system (Northern Digital®) (THROCKMORTON et al., 2001), el Replicator System® (KEELING et al., 1991) ó el sistema optoeléctrico Tri-met® (SAITOH et al., 2002).

En nuestros registros, seguimos el protocolo estandarizado de JANKELSON (1990), para minimizar los efectos de distintos factores que pudieran influir en la exactitud y reproducibilidad de los datos. A los sujetos del estudio se les informó acerca de los registros kinesiográficos y se hicieron varias pruebas para que se familiarizaran con el equipo y su entorno, evitando el efecto negativo del estrés y favoreciendo movimientos más naturales durante los registros definitivos. El ambiente durante la toma de registros debe ser relajado, con el

paciente sentado cómodamente y recibiendo siempre las instrucciones por el operador entrenado para ello, al igual que durante los registros electromiográficos.

Asimismo, el aparato debe estar fuera de fuentes electromagnéticas o ferromagnéticas. Para ello despojamos al paciente y al operador de elementos metálicos (cadenas, pulseras, pendientes, etc.), cuidando que en la zona de registro no existieran elementos que pudieran interferir.

Aún con todas estas medidas, cuando se detectaba algún trazado kinesiográfico irregular o algún posible artefacto, repetíamos la medición hasta conseguir un trazado uniforme compatible con el resto.

VII.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS

VII.3.1. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA (POTENCIALES EMG)

VII.3.1.1. Reposo

No hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes sexos en los valores EMG de todos los músculos masticatorios durante el reposo. Estos resultados coinciden con los estudios realizados por CHA et al. (2007), FRESNO et al. (2007) y FERRARIO et al. (1993) sobre adultos jóvenes sanos y normo-oclusivos de los músculos masetero, temporal anterior y digástrico anterior.

Los potenciales EMG de los músculos masticatorios en reposo registrados por nosotros coinciden en general con los publicados por la mayoría de autores. CHA et al. (2007) y SCOPEL et al. (2005) encuentran valores EMG muy similares a los nuestros, mientras que otros autores (ALARCÓN et al., 2009; 2000; HARPER et al., 1997; RILO et al., 1997; FERRARIO et al., 1993) encuentran registros ligeramente mayores para el reposo muscular. Esta ligera diferencia puede deberse, en parte, a la falta de homogeneidad existente entre las muestras empleadas en cada estudio: FERRARIO et al. (1993) no especifica como criterio de inclusión la oclusión ideal de clase I (sólo especifica ausencia de mordida cruzada anterior y lateral) en su muestra de jóvenes sanos. RILO et al. (1997) realiza su estudio sobre sujetos sanos pero incluso permite individuos con algunas ausencias dentarias y los estudios de ALARCÓN et al. (2009; 2000) se realizaron sobre una muestra formada por niños (10-14 años), no adultos jóvenes, y los ligeros valores EMG más altos durante el reposo se podrían explicar por estas diferencias de edad.

En nuestro estudio hemos observado que, en la situación de reposo clínico, encontramos como músculo predominante el temporal posterior (media 3,4 μ V), seguido del digástrico anterior (media 1,8 μ V), el temporal anterior (media 1,4 μ V) y por último el músculo menos activo es el masetero (media 1 μ V). Similarmente a lo observado por nosotros, hay consenso con otras investigaciones en registrar la mayor actividad durante el reposo en el temporal posterior (ALARCÓN et al., 2009; 2000), seguido del temporal anterior, que presenta mayor potencial EMG que el masetero en reposo (CHA et al., 2007; SCOPEL et al., 2005; HARPER et al., 1997; RILO et al., 1997; FERRARIO et al., 1993).

Coincidimos por tanto con FERRARIO et al. (1993) en afirmar que en una muestra de jóvenes sanos normo-oclusivos, la postura de reposo mandibular depende poco de la activación del músculo masetero, otorgando a los músculos temporal anterior y posterior el papel principal como músculos posturales durante el reposo. De igual manera, RILO et al. (1997) consideran que la función del músculo temporal anterior es la de servir de “posicionamiento anti-gravedad mandibular”.

Los potenciales EMG durante el reposo obtenidos en nuestra investigación estarían en relativa consonancia con la opinión de los criterios de “normalidad” vertida por 55 doctores, tal como reúne COOPER en una encuesta realizada en el 2004. Este autor, ante la falta en la literatura de unos parámetros fiables que aporten unas normas fisiológicas o ideales, decide elaborar una encuesta dirigida a doctores de distintos países con experiencia en este campo, para valorar y recopilar las medidas de normalidad electromiográfica y kinesiógráica en sujetos sanos observadas por ellos y que aplican en su práctica clínica diaria, basadas en su propia experiencia. Según su criterio, la mayoría de los encuestados admiten valores EMG de hasta 2,0 μ V para los músculos temporal anterior, masetero, temporal posterior y digástrico anterior, con un pequeño grupo de doctores admitiendo hasta 2,5 μ V de actividad muscular en reposo. El temporal posterior de

nuestro estudio se encontraría por encima de este valor, mientras que el resto de músculos cumplirían los criterios de normalidad de esta encuesta.

Podemos afirmar, al igual que lo demuestran la gran mayoría de estudios (ALARCÓN et al., 2009; 2000; CHA et al., 2007; SCOPEL et al., 2005; SUVINEN et al., 2003; HARPER et al., 1997; MICHELOTTI et al., 1997; RILO et al., 1997; FERRARIO et al., 1993) que en un grupo de sujetos sanos considerados normales existe un cierto grado de actividad EMG durante el reposo, es decir, está presente un tono muscular basal. Esta idea es contraria a la teoría del reposo mantenida por otra corriente de autores entre los que se encuentran SGOBBI DE FARIA y BÉRZIN (1998). Estos autores encuentran valores EMG ausentes y/o mínimos durante el reposo en 15 sujetos normo-oclusivos, llegando a la conclusión de que la posición postural es mantenida por las propiedades viscoelásticas de los músculos y tendones en contra de la gravedad, ayudada por la existencia de una presión negativa intrabucal, no por un relativo tono muscular, como mantenemos la mayoría de autores que tenemos en cuenta la teoría del control activo.

Partiendo de esta idea de que los músculos masticatorios están activos durante el llamado reposo mandibular o posición postural, a medida que aumenta la apertura mandibular, esta actividad EMG disminuye de tal manera que se ha descrito una franja dentro de la separación vertical mandibular donde la actividad EMG es la mínima de una manera significativa denominada “zona de reposo”, y se encuentra aproximadamente a un cuarto de la apertura máxima (dependiendo de los distintos estudios), siempre una vez sobrepasado la posición de reposo postural (SUVINEN et al., 2003; MICHELOTTI et al., 1997; RUGH y DRAGO, 1981). Sin embargo, el valor clínico y terapéutico de la posición de reposo EMG (“zona de reposo”) en contraposición al reposo clínico o posición postural, está todavía por determinar, como subrayan SUVINEN y KEMPPAINEN en su revisión de estudios EMG realizada en 2007.

VII.3.1.2. Deglución

Nuestro estudio no ha encontrado diferencias estadísticamente significativas en la actividad muscular durante la deglución entre el grupo de varones y mujeres, por lo que podemos dar unas medias del grupo en conjunto. En ambos sexos, la mayor actividad EMG durante la deglución se registra a nivel del músculo digástrico anterior (10,7 μ V), seguido del temporal posterior (9 μ V) y los músculos masetero y temporal anterior sufren una menor activación (4,4 y 3,9 μ V respectivamente).

ALARCÓN et al. (2000) también registran la mayor actividad muscular a nivel del digástrico anterior en su grupo de niños normo-oclusivos durante la deglución. Sin embargo, los datos de sus potenciales EMG (μ V) no son comparables con los de nuestra investigación, debido a que en su estudio registran el pico de máxima amplitud, mientras que nosotros lo hacemos con la media de la actividad EMG, además de por la diferencia en la edad de la muestra.

Valores muy similares a los nuestros encuentran MORENO et al. (2008) en su estudio, tanto en los potenciales EMG (μ V) como en la contribución muscular, siendo también el digástrico anterior el músculo principal en la deglución, seguido del temporal posterior y por último el temporal anterior y el masetero. Sin embargo, a diferencia nuestra, cuando comparan por sexos, encuentran que la actividad del músculo digástrico anterior es significativamente mayor en el grupo de mujeres que de hombres. Esta diferencia entre sexos, no observada en nuestra investigación, puede deberse a que, aunque la metodología sea similar en ambos estudios (la prueba de deglución es mediante la ingestión de agua), en la muestra de MORENO et al. (2008) los sujetos presentan diferentes tipos de maloclusiones (clases II y III de Angle, mordida cruzada posterior y mordida abierta anterior o sobremordida aumentada) y no presentan una distribución homogénea de la muestra en cuanto al sexo (varones n=12 y mujeres n=33).

MÓNACO et al. (2008) estudian el patrón de deglución espontánea de saliva en 111 jóvenes sanos (sin especificar su oclusión). Similarmente a nuestro estudio, tampoco encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de sexo y observan los mayores potenciales EMG durante la deglución en el músculo digástrico anterior. En su estudio, se observan dos patrones diferentes en la deglución, coexistentes de manera equitativa en su muestra: uno con contacto oclusal y otro sin contacto oclusal, considerando entonces ambos patrones fisiológicos. Al comparar la actividad EMG del músculo digástrico anterior entre estos dos grupos con diferente patrón de deglución, no observan diferencias significativas. Sin embargo, sí encuentran mayor actividad EMG en los músculos temporal anterior y masetero en el grupo con deglución con contacto oclusal y menor actividad de estos músculos en el grupo con deglución sin contacto oclusal, de una manera significativa.

VII.3.1.3. Masticación

En nuestro estudio, esta prueba consiste en medir la actividad EMG durante los últimos 10 segundos de masticación bilateral de patatas *chips*. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de sexo para el masetero derecho, que mostró una media mayor en el grupo de varones (99 μ V) que en el grupo de mujeres (76 μ V). El masetero izquierdo también muestra una media mayor en el grupo de hombres (89 μ V) que en el de mujeres (76 μ V). Sin embargo, esta diferencia no llega a alcanzar el nivel de significación estadística. En el grupo de mujeres, los músculos temporal anterior derecho e izquierdo (media 88 μ V) muestran valores mayores que en el grupo de varones (media 79 μ V), aunque esta diferencia tampoco es estadísticamente significativa. Como se puede observar, en el grupo de varones durante la masticación, el músculo masetero es más activo que el temporal anterior, mientras que en el grupo de mujeres esta relación se invierte, siendo el temporal anterior el músculo

predominante sobre el masetero. Le seguirían el temporal posterior (media 54 μV) y por último el digástrico anterior (media 41 μV) en ambos sexos.

Apenas hemos encontrado estudios en la literatura con los que poder comparar nuestros resultados, debido a las diferencias en el material y método empleado: masticación de chicle versus patatas *chips*, masticación unilateral versus bilateral, diferente edad de la muestra, entre otros.

ALARCÓN et al. (2000), en su grupo control de 30 niños y niñas normo-oclusivos registran potenciales EMG (μV) más bajos que los obtenidos por nosotros durante la masticación de patatas *chips*, pudiendo esto deberse a la edad de la muestra (10-14 años). En su estudio, el masetero es el músculo más activo durante la masticación, seguido del temporal anterior, el digástrico anterior y el temporal posterior, no realizando comparaciones entre sexos.

MORENO et al. (2008) también obtienen potenciales EMG más bajos que los nuestros durante la masticación bilateral de patatas *chips*, pudiendo deberse a que en su estudio contemplan sujetos con diferentes maloclusiones (clases II y III de Angle, mordida cruzada posterior y mordida abierta anterior o sobremordida aumentada). Contrariamente a nuestra investigación, no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de varones y de mujeres en ningún músculo analizado.

TUXEN et al. (1999) estudian la actividad masticatoria del masetero en un grupo de 13 varones sanos con relativamente buena oclusión, pero sus valores no son comparables a los nuestros porque tienen en cuenta el pico de máxima amplitud EMG (nosotros tenemos en cuenta la media) y además, su prueba de masticación es unilateral y con chicle. Estas diferencias en la metodología podrían explicar que, al comparar sus datos con otro estudio similar pero sobre un grupo de 13 mujeres (TUXEN et al., 1992), obtengan mayor amplitud EMG del músculo masetero en el grupo de mujeres que en el de hombres de manera significativa,

dato contrario al nuestro. Sus autores explican este hallazgo desde la base de que el chicle genera un esfuerzo masticatorio menor en los hombres que en las mujeres al tener éstos mayor fuerza de mordida, por lo que necesitan reclutar menos fibras musculares que ellas.

El resto de estudios que valoran la masticación en sujetos sanos normo-oclusivos se centran más en el patrón de activación muscular, más que en los datos cuantitativos de la prueba.

MUSHIMOTO y MITANI (1982) exponen que durante el ciclo masticatorio, la actividad muscular se reparte de manera que el músculo masetero genera la potencia durante el cierre mandibular, el temporal anterior colabora y el temporal posterior estabiliza la mandíbula en la posición horizontal y participa en los movimientos laterales y retrusivos de ésta. Nosotros coincidimos en registrar mayores potenciales EMG en el masetero que en el temporal posterior. El papel que desempeñaría el músculo digástrico anterior durante la masticación sería el de principal músculo depresor mandibular (RILO et al., 1997; TAKADA et al., 1996).

FERRARIO et al. (1999a), FERRARIO y SFORZA (1996) y DEGUCHI et al. (1995; 1994) encuentran una alta repetibilidad intra-sujetos del patrón de masticación en sus grupos de población normo-oclusiva, mostrando una actividad muscular coordinada y regular.

A diferencia de nuestro estudio, FERRARIO y SFORZA (1996) no encuentran diferencias estadísticamente significativas en el patrón de masticación entre hombres y mujeres sanos con oclusión ideal (en relación a los potenciales EMG y a la contribución muscular relativa temporal anterior/masetero), aunque su estudio se realiza sobre la masticación unilateral de chicle. La única diferencia entre hombres y mujeres que encuentran durante la masticación sería en la frecuencia masticatoria, que sería mayor en el sexo masculino, tanto para la

masticación derecha como izquierda; sin embargo, este parámetro no ha sido valorado en nuestra investigación.

VII.3.1.4. Máximo apretamiento voluntario

En nuestro estudio, para el registro de la actividad EMG durante el máximo apretamiento voluntario se le pide al paciente morder lo más fuerte posible en la posición de máxima intercuspidad, realizando tres máximos apretamientos seguidos de tres segundos cada uno.

En todos los músculos analizados (temporal anterior y masetero de ambos lados) se obtienen valores EMG por encima de 200 μV para ambos sexos. En la encuesta realizada por COOPER (2004) para recopilar las medidas de normalidad observadas por varios doctores basadas en su propia experiencia en sujetos sanos, la mayoría de los encuestados admiten como criterios de normalidad en el máximo apretamiento voluntario unos valores mínimos de 125 μV para el temporal anterior y el masetero. Nuestros valores están en consonancia con este dato.

En nuestra investigación, al comparar entre los grupos de sexo, el masetero derecho en el grupo de varones muestra una mayor activación durante el máximo apretamiento voluntario (media 256 μV) de manera estadísticamente significativa ($p=0,05$) al compararlo con el grupo de mujeres (media 208 μV). Esta tendencia también se puede observar con el masetero izquierdo al mostrar también una media mayor en el grupo de hombres (249 μV) que en el de mujeres (223 μV). Sin embargo, esta diferencia no llega a alcanzar el nivel de significación estadística. Los músculos temporal anterior derecho e izquierdo en el grupo de mujeres (media 252 μV) muestran valores mayores que en el grupo de hombres (media 230 μV), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa.

La comparación de los valores de los potenciales EMG (μV) durante el máximo apretamiento voluntario hallados en nuestro estudio con los obtenidos por otros autores arroja resultados dispares. Nuestros resultados son muy similares a los obtenidos por ALAJBEG et al. (2006) sobre un grupo de sujetos jóvenes normo-oclusivos, que encuentran unos valores de 213 μV para el masetero y 239 μV para el temporal anterior, pero estos valores son del grupo normo-oclusivo en conjunto, ya que no realizan separación (y por tanto no comparan) entre hombres y mujeres. El estudio de TUXEN et al. (1999) también obtiene una media del potencial EMG para el masetero de 278 μV , comparable a la obtenida por nosotros, en su muestra de varones sanos con oclusión aceptable. ALARCÓN et al. (2009), FERRARIO et al. (1993) y BAKKE et al. (1989) encuentran valores ligeramente menores a los nuestros. BAKKE et al. (1989), al no encontrar diferencias entre hombres y mujeres, dan una media de todo el grupo en conjunto de 201 μV para el masetero y de 202 μV para el temporal anterior en su muestra de sujetos sanos con dentición completa (no especifica oclusión), mientras que ALARCÓN et al. (2009) encuentran unos potenciales EMG medios de 198 μV para el masetero y 189 μV para el temporal anterior en su grupo control de niños normo-oclusivos. SIERPINSKA et al (2015), WIECZOREK y LOSTER (2015), MORENO et al (2008), CHA et al. (2007), RODRIGUES y FERREIRA (2004), HARPER et al. (1997) y RILO et al. (1997) hallan valores moderadamente menores a los obtenidos en nuestro estudio. El único estudio que encuentra valores en el máximo apretamiento por encima de los nuestros es el de GRANGER et al. (1999), pero sus datos no son comparables al utilizar los valores de la mediana (lo que nos sugiere una gran variabilidad de sus datos), no los de la media usada por el resto de autores, incluidos nosotros.

Estas diferencias en los potenciales EMG pueden deberse a los distintos criterios de inclusión considerados. Por ejemplo, algunos autores (CHA et al., 2007; TUXEN et al., 1999; RILO et al., 1997; BAKKE et al., 1989) realizan su estudio sobre individuos “normales” considerando éstos a los que no presentan patología disfuncional (sanos), sin considerar la oclusión ideal como requisito de la

muestra, mientras que MORENO et al. (2008) y WIECZOREK y LOSTER (2015) incluyen en su muestra individuos con diferentes maloclusiones. También existen diferencias en cuanto a la edad de la muestra: mientras que ALARCÓN et al. (2009) realizan su estudio sobre una muestra infantil (10-12 años), BAKKE et al. (1989) incluyen en su investigación sujetos con un intervalo muy amplio de edad (20-60 años), lo que dificulta la comparación de los valores obtenidos en nuestra muestra de adultos jóvenes. O también las diferencias halladas pueden deberse a una distinta calibración de los aparatos o la diferente metodología empleada entre los autores. Por ejemplo, cabe citar el estudio de CHA et al. (2007), donde el registro de máximo apretamiento voluntario es alargado hasta 15 segundos, mientras que en nuestro estudio cada apretamiento dura 3 segundos, para evitar la aparición de una posible fatiga muscular al alargar el registro.

Por todo esto, consideramos más importante valorar las diferencias significativas encontradas entre sexos en cuanto a la potencia muscular (potenciales EMG) y compararlas con los resultados obtenidos en otros estudios representativos.

En nuestra investigación, en el grupo de hombres durante el máximo apretamiento voluntario el músculo masetero es más activo que el temporal anterior, mientras que en el grupo de mujeres esta relación se invierte, siendo el temporal anterior el músculo predominante sobre el masetero. Esta relación inversa entre los músculos en los grupos de sexo se demostrará significativamente y cuantificará más adelante en el análisis del Índice de Actividad.

Para dar unos valores de referencia de la actividad EMG de los músculos masticatorios, FERRARIO et al. (1993) realizan su estudio sobre una muestra de 92 jóvenes sanos con relativa buena oclusión (ausencia de mordida cruzada posterior y lateral), 49 hombres y 43 mujeres.

CHA et al. (2007) investigan sobre la influencia de la clase esquelética (sagital) y el patrón facial (vertical) en la actividad EMG de los músculos masticatorios. Nuestros resultados los vamos a comparar con los obtenidos en su estudio sobre un subgrupo de sujetos con clase I ósea y normodivergentes, el subgrupo más similar a nuestra muestra, estando compuesto de 11 hombres y 16 mujeres jóvenes, donde se ha tenido en cuenta la ausencia de dientes, disfunción craneo-mandibular, prótesis, tratamiento ortodóncico previo, pero no especifica la oclusión.

En los estudios de CHA et al. (2007) y FERRARIO et al. (1993), los hombres tienen mayor actividad EMG que las mujeres durante el máximo apretamiento voluntario para los músculos masetero y temporal anterior, aunque sólo el masetero derecho e izquierdo alcanzan valores estadísticamente significativos. Al comparar estos datos con nuestra investigación, encontramos el mismo resultado en cuanto al músculo masetero derecho. Con respecto al masetero izquierdo, en nuestro estudio presenta la misma tendencia a ser mayor en el grupo de los varones con respecto al de las mujeres en el máximo apretamiento, pero no llega a alcanzar el grado de significación estadística necesario. Cabría suponer que a medida que se aumente el tamaño de la muestra sí alcanzaríamos entonces el nivel de significación suficiente para establecer esta diferencia en la actividad de ambos maseteros (no sólo en el derecho) durante el máximo apretamiento entre hombres y mujeres. Sin embargo, a diferencia de los estudios de CHA et al. (2007) y FERRARIO et al. (1993), no existe en nuestro estudio la misma tendencia con el músculo temporal anterior ya que, aunque no tenga valor significativo, nosotros hemos obtenido mayores potenciales en el músculo temporal anterior en el grupo de mujeres que de hombres durante el máximo apretamiento.

En la misma línea que los autores anteriores, el estudio de VISSER et al. (1994), en su grupo de 60 jóvenes sanos (no tiene en cuenta la oclusión), también encuentra mayores potenciales EMG en el grupo de los hombres para ambos

músculos, el masetero y el temporal anterior, aunque su test está realizado durante el apretamiento submáximo al 10% y al 50%.

Los resultados obtenidos por SIERPINSKA et al. (2015) y MORENO et al. (2008) al comparar la actividad EMG entre los sexos durante el máximo apretamiento voluntario, son similares a los nuestros con respecto al masetero derecho. Estos autores encuentran para el masetero derecho e izquierdo mayores potenciales EMG en el grupo de hombres de manera estadísticamente significativa, no obteniendo valores diferentes de la actividad EMG del temporal anterior entre los sexos.

Cabe destacar el gran tamaño de la muestra y el control riguroso de los criterios de inclusión y exclusión de SIERPINSKA et al. (2015) en su reciente estudio, criterios completamente coincidentes con los nuestros, por lo que creemos que los resultados de este estudio pueden ser representativos y permiten una adecuada comparación. La muestra del estudio de SIERPINSKA et al. (2015) está compuesta de 200 jóvenes (87 hombres y 113 mujeres) con dentición completa y oclusión ideal y ausencia de disfunción cráneo-mandibular y tratamiento ortodóncico previo.

La tendencia observada en nuestro estudio con respecto a los músculos temporal anterior derecho e izquierdo, obteniendo valores mayores en el grupo de mujeres que en el grupo de hombres durante el máximo apretamiento voluntario, se demuestra de manera significativa por WIECZOREK y LOSTER (2015) para el temporal anterior derecho al comparar entre un grupo de 48 hombres con un grupo de 101 mujeres sanos. Destacamos que esta muestra está formada por sujetos con diferentes maloclusiones de clase I, II y III de Angle, tratados y no tratados ortodóncicamente, por lo que los resultados no son totalmente comparables con los nuestros. WIECZOREK y LOSTER (2015) observan la misma tendencia con el temporal anterior izquierdo que con el derecho (mayores potenciales EMG en el grupo de mujeres que de hombres) y lo contrario en los

músculo maseteros derecho e izquierdo (presentan mayores potenciales EMG en el grupo de hombres que de mujeres) pero sin llegar a la significación estadística. Estas diferencias y/o tendencias son muy similares a las observadas en nuestra investigación con respecto a los potenciales EMG durante el máximo apretamiento voluntario.

Por el contrario, RILO et al. (1997) y BAKKE et al. (1989) no encuentran diferencias en la actividad EMG entre los sexos durante el máximo apretamiento, aunque sus muestras no son comparables con la nuestra al no presentar oclusión ideal como criterio de inclusión en sus estudios y en el estudio de BAKKE et al. (1989), además de incluir sujetos de rango de edad entre 20 y 60 años, el tamaño de su muestra es reducido (compara 8 hombres y 11 mujeres).

FERRARIO et al. (2006; 2000) tampoco observan diferencias en el potencial EMG entre hombres y mujeres durante el máximo apretamiento pero esto es debido, como comentan en las correspondientes discusiones, al método de estandarización de los potenciales EMG que realizan en sus estudios, de manera que este dato no es comparable ni significativo.

UEDA et al. (1998) y MIYAMOTO et al. (1996) tampoco encuentran diferencias EMG significativas entre dos grupos de hombres y mujeres, pero estos resultados no pueden ser comparables con los nuestros dado que ellos evalúan la actividad muscular durante un registro de tres horas al día (sin incluir periodos de comida, sueño y ejercicio intenso) y la actividad EMG durante un día entero respectivamente, en sujetos sin tener en cuenta la oclusión.

Otra manera de estudiar el dimorfismo sexual en el máximo apretamiento voluntario es mediante el registro de la fuerza de mordida a nivel dental en lugar de con la electromiografía, dado que hay estudios (FERRARIO et al., 2004; BAKKE et al., 1989) que demuestran una correlación lineal significativa entre la fuerza de mordida y los potenciales EMG de los músculos masticatorios masetero

y temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario. FERRARIO et al. (2004) encuentran que la fuerza de mordida a nivel dental en sujetos jóvenes con oclusión normal es significativamente mayor en hombres que en mujeres, dato que coincide con la mayoría de estudios que comparan entre sexos la fuerza de mordida sobre adultos jóvenes sanos (ABREU et al., 2014; PALINKAS et al., 2010; VAN DER BILT et al., 2008; TUXEN et al., 1999; 1992; BAKKE et al., 1990), de lo que cabría deducir que los hombres tendrían mayores potenciales EMG a nivel del masetero y del temporal anterior que las mujeres en máximo apretamiento. Esta correlación entre fuerza de mordida y actividad EMG que podemos aplicar para el máximo apretamiento, no sería válida en el caso de la masticación, como demuestran FARELLA et al. (2008).

FARELLA et al. (2002), en base a los resultados obtenidos en su estudio, afirman que los músculos masticatorios se comportan de una manera heterogénea, produciéndose cambios en la potencia muscular según diferencias en la dirección y magnitud de la fuerza de mordida. Esto puede ser debido al reclutamiento de las distintas fibras musculares que presentan los diferentes músculos masticatorios.

En una población de adultos jóvenes, el dimorfismo sexual en el sistema muscular se considera común: los músculos esqueléticos de los hombres son capaces de producir más fuerza que los mismos músculos en las mujeres. Estas diferencias en cuanto al sexo se han atribuido a las diferencias en cuanto a la masa muscular, la composición en el tipo de fibras y el grosor de los músculos masticatorios entre hombres y mujeres.

Los estudios de LOBBEZOO y HUDDLESTON SLATER (2002) y THROCKMORTON y DEAN (1994) encuentran que las diferencias en el grosor y longitud muscular entre los grupos de sexo justifican una mayor fuerza isométrica en los hombres. En concreto, en el sistema cráneo-mandibular, la fuerza de mordida está asociada con el grosor del músculo masetero (BAKKE et al., 1993;

1992b). PALINKAS et al. (2010) también encuentran asociación entre un mayor grosor de los músculos temporal anterior y masetero en hombres (producido por los esteroides androgénicos durante la pubertad) con un 30% más de fuerza de mordida en este grupo de sexo con respecto a las mujeres.

TUXEN et al. (1999; 1992) estudian el grosor y la composición del tipo de fibras del masetero en un grupo de hombres y mujeres, encontrando mayor diámetro y predominio de fibras tipo II en el grupo de hombres y menor grosor y mayor predominio de fibras tipo I en el masetero en el grupo de mujeres. Las fibras tipo II tienen tiempos de contracción más rápidos y son capaces de producir más fuerza, dato que concuerda con sus resultados al obtener mayores fuerzas de mordida en hombres que en mujeres. Según estos estudios, el factor más importante en determinar las diferencias sexuales en el tipo y la composición de fibras musculares en el masetero es la influencia de las hormonas sexuales. Otros factores propuestos para explicar las diferencias entre la composición y el tipo de fibras musculares entre diferentes individuos son los factores genéticos (SIMONEAU et al., 1986) y la actividad física (ADAMS et al., 1993).

VII.3.2. ÍNDICES DE ASIMETRÍA

Todos los sujetos sanos normo-oclusivos de nuestro estudio mostraron un cierto grado de asimetría muscular, como lo demuestran los Índices de Asimetría (Total, del Masetero y del Temporal anterior) calculados durante el reposo y el máximo apretamiento voluntario.

En consonancia, todos los autores consultados (ALARCÓN et al., 2009; FELÍCIO et al., 2009; FERRARIO et al., 2006; 2000; 1993; SCOPEL et al., 2005; SAIFUDDIN et al., 2003; ANEIROS et al., 2002; ABEKURA et al., 1995; NAEIJE et

al., 1989) muestran algún grado de asimetría muscular en individuos sanos, que puede ser considerada fisiológica y compatible con la normalidad funcional.

Como describe la investigación de FERRARIO et al. (2000) al estudiar la simetría de los músculos masticatorios sobre 30 jóvenes sanos con oclusión normal, todos los sujetos mostraron un patrón muscular simétrico; sin embargo, siempre encuentra una pequeña parte de asimetría intra-individuo con un lado ligeramente predominante y un mínimo efecto de cupla entre los músculos (torque laterodesviante), lo que explicaría lo que los autores denominan *características asimétricas intrínsecas de la normo-oclusión*.

Los estudios de FERRARIO et al. (2006; 2000; 1993) y VISSER et al. (1994) no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre sexos con respecto a los índices de asimetría, ni a la prevalencia entre la predominancia de los lados derecho e izquierdo según el grupo de hombres y de mujeres. Estos resultados coinciden con los de nuestra investigación para los Índices de Asimetría Total, del Masetero y del Temporal anterior durante el reposo y para los Índices de Asimetría Total y del Temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario, donde los valores no muestran diferencias entre los sexos. Por el contrario, el Índice de Asimetría del Masetero durante el máximo apretamiento, muestra valores significativamente mayores en el grupo de las mujeres que en el de los hombres en nuestro estudio.

Con respecto a la prevalencia entre la predominancia de los lados derecho e izquierdo según el grupo de sexo, nuestro estudio no encuentra diferencias significativas, excepto para el temporal anterior durante el máximo apretamiento voluntario, donde se observa que en el grupo de hombres hay una mayor prevalencia de la predominancia del lado derecho y en el grupo de mujeres hay mayor prevalencia del lado izquierdo. No encontramos explicación para este dimorfismo sexual observado con respecto al Índice de Asimetría del masetero y con respecto a la diferencia de prevalencia entre los lados derecho e izquierdo del

temporal anterior durante el máximo apretamiento, pudiendo por tanto atribuirlo a la variabilidad biológica intra-individuos.

En nuestro estudio, los valores de los Índices de Asimetría durante el máximo apretamiento voluntario son inferiores a sus homólogos durante el reposo. Los músculos masetero y temporal anterior, independientemente del sexo, se comportan de manera más asimétrica a medida que existe un menor grado de actividad. Nuestros resultados confirman lo observado por FERRARIO et al. (1993) y NAEIJE et al. (1989), que afirman que la asimetría en el reposo es mayor que la encontrada en el máximo apretamiento voluntario.

SAIFUDDIN et al. (2003) también coinciden en afirmar que cuando la actividad muscular es menor, la asimetría es mayor. En su estudio, la asimetría del masetero y del temporal anterior aumenta durante el periodo de sueño, más relajado, que en el periodo normal durante el día y en las comidas, cuando el nivel de contracción muscular es mayor.

SCOPEL et al. (2005), SAIFUDDIN et al. (2003), FERRARIO et al. (1993) y NAEIJE et al. (1989) coinciden en encontrar el músculo masetero más asimétrico que el temporal anterior, tanto en reposo como en máximo apretamiento. Contrariamente a estos autores, nuestro estudio no observa una mayor asimetría en un músculo que en otro. Para la muestra total durante el reposo, encontramos un Índice de Asimetría del Temporal anterior (26%) mayor al del Masetero (22%) y durante el máximo apretamiento voluntario encontramos el músculo masetero más asimétrico que el temporal anterior sólo en el grupo de las mujeres.

Nuestro estudio demuestra que el Índice de Asimetría Total es inferior al Índice de Asimetría del Masetero y al del Temporal anterior por separado, independientemente del sexo y tanto durante el reposo como durante el máximo apretamiento voluntario. Este resultado coincide con lo observado por SCOPEL et al. (2005), ABEKURA et al. (1995) y FERRARIO et al. (1993). Esto se explicaría

porque parece existir un factor de compensación entre los dos músculos, donde las asimetrías del masetero y del temporal anterior tienen signos opuestos, produciéndose así una cupla o par de fuerzas con un efecto de desviación lateral sobre la mandíbula (efecto torque).

VII.3.3. ÍNDICES DE ACTIVIDAD

Durante el reposo, no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de varones y el de mujeres en el Índice de Actividad. En ambos sexos se observa una clara predominancia del músculo temporal anterior sobre el masetero con ambos índices, con signo negativo, por lo que podemos considerar una media total del 15,04% de mayor predominancia del músculo temporal en reposo. Este mismo resultado concluyen todos los estudios contrastados (SCOPEL et al., 2005; FERRARIO et al., 1993; NAEIJE et al., 1989), por lo que se podría afirmar que en personas jóvenes sanas normo-oclusivas, la postura mandibular depende poco de la activación del músculo masetero, siendo normalmente controlada por el temporal anterior.

El estudio de SCOPEL et al. (2005) encuentra un valor bajo del Índice de Actividad, del 11% de predominancia del temporal anterior durante el reposo en su muestra de sujetos sanos normo-oclusivos, considerando un índice de actividad de hasta un -17% compatible con una función “normal” sin síntomas. Nuestros valores están dentro de este rango o muy ligeramente por encima (Índice de Actividad de varones en reposo de -17,41%), mostrando normalidad en nuestros resultados.

Durante el máximo apretamiento voluntario, la diferencia observada en nuestro estudio entre los índices de Actividad en el grupo de hombres (5,10%) y en grupo de mujeres (-8.87%) tiene un valor estadísticamente significativo

($p<0.01$). Es decir, durante el máximo apretamiento voluntario, la actividad del masetero es la predominante en el grupo de hombres, mientras que en el de las mujeres el temporal anterior es el músculo más activo. Estos resultados coinciden con los observados por WIECZOREK y LOSTER (2015), FERRARIO et al. (1993) y NAEIJE et al. (1989).

Nuestra investigación encuentra que, en ambos sexos, los valores absolutos de los diferentes índices de actividad son más bajos en máximo apretamiento que en reposo, indicando una situación más equilibrada entre ambos músculos durante el apretamiento. FELÍCIO et al. (2009) y FERRARIO et al. (2006) comparten con nosotros el resultado de encontrar que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior son similares durante el máximo apretamiento voluntario.

VII.3.4. RATIO MASETERO/TEMPORAL ANT. EN MÁX. APRETAMIENTO

Confirmando lo observado en nuestro estudio con el Índice de Actividad durante el máximo apretamiento, al analizar el valor del Ratio Masetero/Temporal anterior tanto del lado derecho como del izquierdo, volvemos a obtener diferencias estadísticamente significativas entre los sexos ($p<0,01$), de tal manera que en el grupo de hombres el masetero presenta mayor actividad que el temporal anterior y en el grupo de las mujeres esta relación se invierte de manera significativa y el temporal anterior es el músculo predominante durante el máximo apretamiento voluntario.

El estudio de CHA et al. (2007), a diferencia nuestra, no observa diferencias entre los sexos con respecto al valor del Ratio Temporal anterior/Masetero en su subgrupo de 27 pacientes con clase I ósea y patrón normodivergente (el subgrupo más comparable con nuestra muestra) durante el máximo apretamiento voluntario.

En este estudio, al no obtener diferencias en la actividad EMG del músculo masetero y del temporal anterior entre los lados derecho e izquierdo, dan el valor medio del Ratio de ambos lados, sin separar entre Ratio del lado derecho y del lado izquierdo. El valor del Ratio Temporal anterior/Masetero para el grupo de los hombres es de 0,84, mostrando predominancia del músculo masetero y en el grupo de mujeres es de 1,09, mostrando predominancia del temporal anterior. Aunque estos datos sí coinciden con los nuestros al mostrar las diferentes tendencias entre los ratios (el ratio del grupo de los hombres es menor del valor 1 y en el grupo de las mujeres es mayor del valor 1), en este estudio esta diferencia no alcanza el nivel de significación estadística. Esto puede deberse a que, por un lado, el tamaño de la muestra de este subgrupo sea reducido ($n=11$ en el grupo de hombres y $n=16$ en el de mujeres) y por otro, a que estos autores no observan la misma tendencia que nosotros con respecto al temporal anterior. En nuestra investigación, la actividad del temporal anterior durante el máximo apretamiento tiende a ser mayor en el grupo de las mujeres que en el de los hombres, mientras que Cha et al. (2007) encuentran que el temporal anterior tiende a obtener mayor potencial EMG en el grupo de los hombres (hablamos de tendencias porque ni en el estudio de Cha et al. (2007) ni en el nuestro, estas diferencias son estadísticamente significativas). Esto hace que en el grupo de las mujeres el temporal anterior no predomine de manera tan evidente sobre el masetero, no mostrando así diferencias significativas al comparar los valores del Ratio entre los sexos.

En nuestra investigación, el valor medio del Ratio Masetero/Temporal anterior para la muestra total de todo el grupo normo-oclusivo y en cada grupo de sexo por separado y en ambos lados, no se sitúa muy alejado del valor 1, lo cual indica que la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior están bastante equilibradas durante el máximo apretamiento voluntario. Este resultado sí coincide con lo observado en los estudios anteriormente mencionados (ALARCÓN et al. 2009; CHA et al., 2007), al encontrar también ellos valores del Ratio muy próximos a 1.

VII.3.5. ÍNDICES DE TORQUE

Hay consenso entre los resultados de nuestro estudio y todos los autores consultados (FELÍCIO et al., 2009; FERRARIO et al., 2006; 2000; 1993; SCOPEL et al., 2005) con respecto a los Índices de Torque en reposo y en máximo apretamiento voluntario a la hora de afirmar que todos los sujetos sanos normo-oclusivos muestran un cierto efecto de torque lateral mandibular, producido por la actividad de los músculos temporal anterior y masetero contralateral de un lado frente al otro. Este efecto es ligero, como muestran los bajos valores de los Índices de Torque publicados en estos estudios, mostrando una actividad balanceada entre estos dos pares de músculos.

Para la muestra total de sujetos sanos normo-oclusivos, la investigación de FERRARIO et al. (1993) obtiene unos valores del Índice de Torque en reposo de 11,59% y durante el máximo apretamiento voluntario de 9,47%, considerados de referencia. Comparativamente, nuestros resultados muestran unos valores mayores del Índice de Torque en reposo (19,02%) y unos valores menores de este índice durante el máximo apretamiento (4,46%). Nuestro estudio coincide con el de FERRARIO et al. (1993) en mostrar valores mayores del Índice de Torque en reposo que en máximo apretamiento (similarmenete a como se comportan los Índices de Asimetría).

FERRARIO et al. (1993) no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre sexos ni tampoco en el lado de prevalencia de los Índices de Torque en reposo y en máximo apretamiento voluntario. De manera similar a este autor, nosotros tampoco encontramos diferencias significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en los Índices de Torque en reposo y en máximo apretamiento voluntario. Sin embargo, en nuestro estudio sí observamos una diferencia estadísticamente significativa entre la prevalencia de la cupla del lado

derecho e izquierdo entre ambos grupos de sexo en reposo. Los hombres presentan una prevalencia equitativa entre la cupla derecha e izquierda, mientras que el grupo de mujeres presenta una mayor prevalencia de la cupla derecha. No encontramos explicación para este dimorfismo sexual observado con respecto a la diferencia de prevalencia entre la cupla del lado derecho e izquierdo durante el reposo, pudiendo por tanto atribuirlo a la variabilidad biológica intra-individuos así como al tamaño muestral.

SCOPEL et al. (2005) y FERRARIO et al. (1993) defienden que el efecto de torque mandibular en el plano horizontal está generalmente contrarrestado por fuerzas producidas por otras estructuras anatómicas. Durante el reposo, este equilibrio se consigue por la acción de otros músculos, como el temporal posterior y el músculo pterigoideo medial y lateral (GIBBS et al., 1984), mientras que durante el máximo apretamiento voluntario, a la actividad muscular se le suma la acción de los dientes, que soportan el efecto de desviación lateral mandibular.

VII.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS KINESIOGRÁFICOS

VII.4.1. MÁXIMA APERTURA-CIERRE MANDIBULAR

En nuestro estudio, durante el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres. Nuestros valores medios para la muestra total son de 37,38 mm para el movimiento vertical durante la máxima apertura y de 3,23 mm para la máxima desviación lateral en el cierre mandibular.

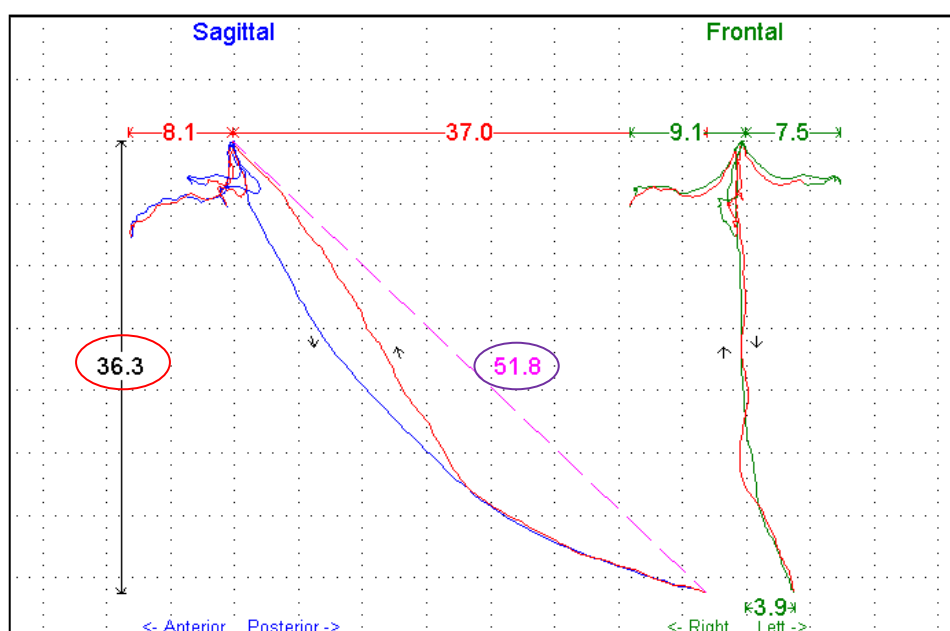
FERRARIO et al. (1992a) encuentran valores muy similares a los nuestros al estudiar el movimiento mandibular en una muestra de 52 hombres y 27 mujeres jóvenes, sanos y con oclusión cerca de la norma (ausencia de mordida cruzada anterior y lateral). Este estudio no observa diferencias entre sexos en el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular, dando unos valores medios de 37,00 mm en el grupo de hombres y 36,18 mm en el grupo de mujeres para el movimiento vertical y un rango de hasta 4 mm considerado normal para la desviación lateral en ambos sexos.

Sin embargo, estudios como los de MARTÍN et al. (2000) y GRANGER et al. (1999) encuentran valores inferiores a los nuestros en el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular. GRANGER et al. (1999) dan un valor de la mediana del movimiento vertical mandibular durante la máxima apertura de 31,6 mm para su grupo control de 15 pacientes sanos normo-oclusivos (edad 6-21 años). MARTÍN et al. (2000) muestran unos valores medios durante la máxima apertura mandibular de 33,36 mm en el movimiento vertical y de 1,06 mm en la desviación lateral en su grupo control de 30 niños normo-oclusivos (10-15 años). HIRSCH et al. (2006) demuestran en su estudio que el movimiento mandibular durante la máxima apertura es inferior en un grupo de niños que de adolescentes,

por lo que no es sorprendente encontrar valores inferiores a los nuestros en los estudios de MARTÍN et al. (2000) y GRANGER et al. (1999), dado las edades comprendidas en su muestra de estudio.

Los valores medios del movimiento mandibular durante el trayecto de máxima apertura-cierre reportados por SIERPINSKA et al. (2015), MAPELLI et al. (2009), HIRSCH et al. (2006), COOPER (2004) y FUKUI et al. (2002) no son comparables a los nuestros debido a diferencias en la metodología aplicada. Estos autores evalúan mediante los registros kinesiográficos la distancia interincisiva total (la suma del componente vertical y el componente posterior) de la máxima apertura mandibular, obteniendo valores superiores a los nuestros. En el ejemplo de la Figura 32 se observa la diferencia entre el registro del movimiento vertical que hemos tenido en cuenta en nuestro estudio (36,3 mm) con el registro de la distancia lineal interincisiva tenida en cuenta por estos autores mencionados (51,8 mm).

Figura 32. Ejemplo de Scan 13 kinesiográfico obtenido durante el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular, protrusiva, lateralidad derecha e izquierda.



LEWIS et al. (2001) estudian el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular en una muestra compuesta por 56 sujetos (29 hombres y 27 mujeres) sanos con oclusión normal de clase I (23-35 años). Este estudio sí encuentra diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres en el movimiento de máxima apertura-cierre mandibular, sobre todo en el componente vertical. Los hombres tienen un movimiento vertical mayor (45,32 mm de media) que las mujeres (38,75 mm de media) en la máxima apertura mandibular.

Contrariamente a los resultados de nuestro estudio y del realizado por FERRARIO et al. (1992a), la mayoría de los autores coinciden con LEWIS et al. (2001) al encontrar mayores rangos de máxima apertura mandibular en hombres que en mujeres, tanto en los registros kinesiográficos (SIERPINSKA et al., 2015; HIRSCH et al., 2006) como en la medición clínica mediante calibre (CASANOVA-ROSADO et al., 2012; YAO et al., 2009; GALLAGUER et al., 2004).

El tamaño mandibular y la estatura corporal podrían ser factores determinantes en el rango de apertura mandibular, interrelacionando a su vez con el factor sexual. GALLAGUER et al. (2004) y LEWIS et al. (2001) no encuentran relación entre el valor de la máxima apertura mandibular con la estatura y el tamaño mandibular respectivamente, mientras que sí encuentran mayores rangos de apertura mandibular en el grupo de hombres que en el de mujeres. MAPELLI et al. (2009) encuentran un mayor valor de la distancia interincisiva durante la máxima apertura mandibular en el grupo de hombres que en el de mujeres, pero esta diferencia entre sexos desaparece al aplicar el factor corrector del radio mandibular. Se requieren más estudios para determinar la influencia del tamaño mandibular y de la estatura a la hora de comparar los valores del movimiento mandibular durante la máxima apertura-cierre entre hombres y mujeres.

VII.4.2. PROTRUSIVA

En nuestro estudio no se encuentran diferencias significativas en el movimiento mandibular de protrusiva entre los varones y las mujeres, obteniendo esta trayectoria una media de 8,44 mm para la muestra total de sujetos normo-oclusivos.

Al igual que en nuestro estudio, HIRSCH et al. (2006) no encuentran diferencias entre sexos en el movimiento de protrusiva, mostrando unos valores medios similares (8,3 mm en el grupo de hombres y 8,0 mm en el de mujeres).

GRANGER et al. (1999) obtienen un valor de la mediana de 9,3 mm en el trayecto de protrusiva en su grupo control de 15 pacientes sanos normo-oclusivos, dato ligeramente mayor al nuestro.

MARTÍN et al. (2000) muestran un valor medio durante la protrusiva mandibular de 5,44 mm en su grupo control de 30 niños normo-oclusivos (10-15 años). Este valor es menor al encontrado en nuestro estudio, pudiendo deberse al factor edad (HIRSCH et al., 2006).

Al contrario que nuestro estudio, SIERPINSKA et al. (2015) obtienen valores del movimiento de protrusiva mayores en el grupo de hombres (7,12 mm de media) que en el de mujeres (5,79 mm de media) en su muestra compuesta por 200 sujetos sanos y con oclusión ideal de 18-21 años.

VII.4.3. LATERALIDAD DERECHA

En nuestro estudio no se encuentran diferencias significativas en la trayectoria de lateralidad derecha entre los hombres y las mujeres, obteniendo una media de 7,54 mm para la muestra total de sujetos normo-oclusivos.

Exceptuando MARTÍN et al. (2000), con una media de 6,81 mm en el movimiento de lateralidad derecha en su grupo control de niños normo-oclusivos, el resto de estudios contrastados obtienen mayores rangos de movimiento de lateralidad derecha que los nuestros. SIERPINSKA et al. (2015) tienen unos valores medios de 10,22 mm en el grupo de los hombres y 9,75 mm en el de mujeres, HIRSCH et al. (2006) obtienen valores medios de 10,2 mm en el grupo de los hombres y 10,1 mm en el de mujeres y GRANGER et al. (1999) encuentran un valor de la mediana de 8,7 mm para su grupo control normo-oclusivo. Estas diferencias pueden deberse al protocolo de registro del movimiento de lateralidad. En nuestro caso, no se pidió a los pacientes que forzaran al máximo la extensión de dicho movimiento, aunque sí se realizó una disclusión canina completa. Este motivo podría explicar la menor extensión de movimiento encontrada en nuestro trabajo.

Similarmente a nuestro estudio, SIERPINSKA et al. (2015) y HIRSCH et al. (2006) no hallan diferencias entre sexos para el movimiento de lateralidad derecha mandibular.

VII.4.4. LATERALIDAD IZQUIERDA

De manera similar a la lateralidad derecha, la lateralidad izquierda muestra en nuestro estudio la misma media para el conjunto del grupo normo-oclusivo de

7,54 mm y tampoco se encuentran diferencias significativas entre sexos para este valor.

Exceptuando MARTÍN et al. (2000), con una media de 6,52 mm en el movimiento de lateralidad izquierda en su grupo control de niños normo-oclusivos, el resto de estudios contrastados obtienen mayores rangos de movimiento de lateralidad izquierda que los nuestros. SIERPINSKA et al. (2015) tienen unos valores medios de 9,79 mm en el grupo de los hombres y 9,42 mm en el de mujeres, HIRSCH et al. (2006) obtienen valores medios de 10,7 mm en el grupo de los hombres y 10,5 mm en el de mujeres y GRANGER et al. (1999) encuentran un valor de la mediana de 8,5 mm para su grupo control normo-oclusivo. La misma explicación en relación con el protocolo de registro, descrita anteriormente para la lateralidad derecha, podría aplicarse a la lateralidad izquierda.

Similarmemente a nuestro estudio, SIERPINSKA et al. (2015) y HIRSCH et al. (2006) no hallan diferencias entre sexos para el movimiento de lateralidad izquierda mandibular.

El valor medio hallado en nuestra investigación de los movimientos de lateralidad derecha e izquierda (7,54 mm) estaría muy cerca del valor mínimo aceptable de 7 mm recopilado en la encuesta de COOPER (2004) sobre criterios de normalidad.

FERRARIO et al. (1992b) comparan tridimensionalmente mediante kinesiografía las trayectorias (no la amplitud) de los movimientos bordeantes mandibulares de protrusiva, lateralidad derecha y lateralidad izquierda en una muestra de hombres (n=49) y mujeres (n=25) sanos con oclusión normal (edad 20-27 años). Este estudio determina que las trayectorias de la guía anterior y las guías laterales derecha e izquierda en el grupo de los hombres son más inclinadas hacia abajo que en el grupo de las mujeres. También se encuentra una asimetría fisiológica en la gran mayoría de los sujetos de su estudio al comparar las

trayectorias de un lado y de otro, defendiendo lo que llaman “*asimetría asintomática*” frente a los criterios estrictos de morfología simétrica. Nuestro estudio no ha determinado las medidas de los ángulos de las trayectorias de protrusiva, lateralidad derecha y lateralidad izquierda, no pudiendo comparar estos parámetros expuestos por FERRARIO et al. (1992b).

VII.4.5. REPOSO MANDIBULAR

En nuestro estudio, durante el reposo mandibular no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y el de mujeres. Nuestros valores medios para la muestra total son de 1,40 mm para el espacio libre vertical y de 0,26 mm para el movimiento lateral desde la posición de reposo hasta el cierre en máxima intercuspidadación.

MARTÍN et al. (2000) encuentran valores medios en su grupo control de 30 niños normo-oclusivos (10-15 años) de 2,63 mm para el espacio libre vertical y de 0,13 mm para el movimiento lateral, sin comparar entre sexos.

MICHELOTTI et al. (1997) estudian la posición de reposo mandibular en una muestra de 40 sujetos (23 hombres y 17 mujeres) de 22 a 34 años de edad y la relaciona con el patrón facial vertical (no se tiene en cuenta la oclusión). El valor medio que obtiene del espacio libre vertical es de 1,4 mm y no se observan diferencias significativas entre sexos (estos dos datos son coincidentes con los de nuestro estudio). Al relacionar el espacio libre vertical con el patrón facial vertical, se encuentra que el espacio libre vertical mandibular es significativamente mayor en los sujetos con un bajo ángulo del plano mandibular (patrón braquifacial).

KONCHAK et al. (1988) relacionan el espacio libre vertical con el patrón facial y con la oclusión. Su muestra está compuesta de 62 sujetos sanos, sin

distinguir entre sexos, con oclusiones de clase I, II y III de Angle. Este estudio obtiene un valor medio del espacio libre vertical de 2,6 mm, no encontrando relación entre la clase de Angle y el espacio libre vertical. Sin embargo, encuentra una ligera correlación inversa entre el espacio libre vertical y la inclinación del plano mandibular: los sujetos con el plano mandibular más inclinado (patrón dólicofacial) tienen un menor espacio libre vertical, resultado similar al obtenido por MICHELOTTI et al. (1997).

FERRARIO et al. (1992a) en su estudio del reposo mandibular en una muestra de 52 hombres y 27 mujeres jóvenes, sanos y con oclusión cerca de la norma (ausencia de mordida cruzada anterior y lateral), observan de manera significativa diferencias en el valor del espacio libre vertical entre sexos, encontrando valores mayores en el grupo de hombres (media 1,94 mm) que en el de mujeres (media de 1,06 mm). Ambos sexos no presentan apenas desviación lateral en el reposo.

Aunque se observan diferencias con respecto al valor del espacio libre vertical entre los distintos estudios, nuestro resultado estaría en consonancia con COOPER (2004), que recoge un rango de normalidad para el espacio libre vertical de entre 0,83 mm de valor mínimo y 2,34 mm de valor máximo y una desviación lateral durante el reposo con una media de 0,07 mm.

VII.4.6. DEGLUCIÓN

En todos los sujetos de nuestro estudio (100% de la muestra) se obtuvo un patrón de deglución normal o adulta (con contacto oclusal), no observándose la interposición lingual entre los dientes en ningún caso. Este resultado coincide con lo observado por FERRARIO et al. (1992a) en su investigación, donde la mayoría

de los adultos sanos estudiados degluten en una posición coincidente o muy cercana (entre 0,5 mm) a la máxima intercuspidación.

El estudio de MARTÍN et al. (2000) encuentra un patrón de deglución atípica (sin contacto dentario debido a la interposición lingual) en un 26,67% de su grupo control de 30 niños normo-oclusivos (10-15 años), lo que parece mostrar al compararlo con los resultados de nuestro estudio y FERRARIO et al. (1992a), que en adolescentes podría ser más frecuente encontrar sujetos con un patrón de deglución atípica que en adultos jóvenes.

MÓNACO et al. (2008) estudian el patrón de deglución espontánea de saliva en 111 sujetos sanos (40 hombres y 71 mujeres), sin especificar su oclusión y con una media de edad de 32,7 años. En base a los registros kinesiográficos, se encuentran dos patrones diferentes en la deglución, uno con contacto oclusal y otro sin contacto oclusal y se defiende que ambos son fisiológicos, de tal manera que la interposición lingual entre las arcadas dentarias durante la deglución es un hallazgo frecuente entre la población sana, por lo que no se consideraría patológico, no existiendo por tanto, un único patrón normal de la deglución.

Contrariamente a la opinión de MÓNACO et al. (2008), la mayoría de los autores consultados (COOPER, 2004; FERRARIO et al., 1992a) coinciden con nuestro estudio en afirmar que la gran mayoría de sujetos adultos sanos presentan una deglución con la presencia de contacto dentario, considerando éste el patrón de deglución normal y fisiológico.

VIII. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, y tras el análisis de los mismos, podemos formular las siguientes conclusiones:

1. Los valores electromiográficos y kinesiógráficos descritos en el presente estudio sobre adultos jóvenes con oclusión ideal, pueden considerarse valores de referencia normativos en población española.
2. Durante el reposo se observa actividad muscular, con predominio del temporal posterior, que actúa como principal músculo posicionador de la mandíbula.
3. Se aprecia un cierto grado de asimetría entre los músculos del lado derecho e izquierdo, que puede considerarse fisiológico y compatible con la normalidad. Los músculos masetero y temporal anterior se comportan de manera más asimétrica durante el reposo que durante el máximo apretamiento.
4. Durante el reposo predomina la actividad del músculo temporal anterior sobre la del masetero. Durante el máximo apretamiento voluntario la actividad del músculo masetero y la del temporal anterior varía en función del sexo: en hombres predomina la actividad del masetero y en mujeres la del temporal anterior.
5. Los índices de torque indican la existencia de una leve cupla entre los músculos masetero y temporal anterior de ambos lados. Este efecto es mayor en reposo que en máximo apretamiento.

6. Para la actividad electromiográfica de los músculos masticatorios analizados, se rechaza la hipótesis nula planteada, ya que, aunque en reposo y deglución no se observan diferencias entre sexos, a medida que aumenta el nivel de actividad muscular (masticación y máximo apretamiento), sí existe dimorfismo sexual, apreciándose una mayor actividad muscular del masetero derecho en los hombres que en las mujeres.

7. Con respecto a los parámetros kinesiográficos, se acepta la hipótesis nula planteada, ya que no se observa dimorfismo sexual durante los movimientos mandibulares estudiados.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abekura H, Kotani H, Tokuyama H, Hamada T. Asymmetry of masticatory muscle activity during intercuspal maximal clenching in healthy subjects and subjects with stomatognathic dysfunction syndrome. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 699-704
- Abreu RA et al. Masticatory efficiency and bite force in individuals with normal occlusion. *Arch Oral Biol* 2014; 59: 1065-74
- Adams GR, Hather BM, Baldwin KM, Dudley GA. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J Appl Physiol* 1993; 74: 911-5
- Alajbeg IZ, Valentic-Peruzovic M, Alajbeg I, Cifrek M. The influence of age and dental status on elevator and depressor muscle activity. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 94-101
- Alarcón JA, Martín C, Palma JC. Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118 (3): 328-34
- Alarcón JA, Martín C, Palma JC, Menéndez-Núñez M. Activity of jaw muscles in unilateral cross-bite without mandibular shift. *Arch Oral Biol* 2009; 54(2): 108-14
- Ahlgren J. EMG pattern of temporalis in normal occlusion. *Eur J Orthod* 1986; 8(3): 185-91
- Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972; 62(3): 296-309

- Aneiros F, Ardizzone I, Sánchez T, Martínez JM, García FA. Estudio de la asimetría muscular mediante registros electromiográficos en disfunción craneomandibular. *Revista Internacional de Prótesis Estomatológica* 2002; 4(5): 327-33
- Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos* 1899; 41: 248-64
- Argimon JM, Jiménez J. Arquitectura de una investigación; en: Argimon JM, Jiménez J. *Diseño de investigaciones en ciencias de la salud*. Barcelona: Edit. Signo, 1998
- Armijo-Olivo S, Gadotti I, Kornerup M, Lagravère MO, Flores-Mir C. Quality of reporting masticatory muscle electromyography in 2004: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 397-405
- Bakke M, Michler L, Han K, Möller E. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. *Scand J Dent Res* 1989; 97: 539-51
- Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Møller E. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 149-58
- Bakke M, Michler L, Möller E. Occlusal control of mandibular elevator muscles. *Scand J Dent Res* 1992a; 100(5): 284-91
- Bakke M et al. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1992b; 100: 164-71
- Bakke M. Mandibular elevator muscles: physiology, action, and effect of dental occlusion. *Scand J Dent Res* 1993; 101(5): 314-31

- Bakke M, Stoltze K, Tuxen A. Variables related to masseter muscle function: a maximum R^2 improvement analysis. Scand J Dent Res 1993; 101: 159-65
- Basmajian JV. Muscles alive: their functions revealed by electromyography. 4^a edition. Baltimore: Williams and Wilkins, 1979
- Bazzotti L. Electromyography tension and frequency spectrum analysis of some masticatory muscles at rest, isotonic and isometric contractions. Electromyogr Clin Neurophysiol 1999; 39(7): 421-34
- Belser UC, Hannam AG. The contribution of the deep fibers of the masseter muscle to selected tooth-clenching and chewing tasks. J Prosthet Dent 1986; 56(3): 629-35
- Ben-Bassat Y, Yaffe A, Brin I, Freeman J, Ehrlich Y. Functional and morphological-occlusal aspects in children treated for unilateral posterior cross-bite. Eur J Orthod 1993; 15(1): 57-63
- Bigland-Ritchie B. EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions. Exerc Sport Sci Rev 1981; 9: 75-117
- Buchthal F. An introduction to electromyography. Copenhagen: Ed. Scandinavian University Books, 1957
- Buchthal R, Erminio F, Rosenfalck P. Motor unit territory in different human muscles. Acta Physiol Scand 1959; 45: 72-87
- Buchthal F. The general concept of the motor unit. Adams R.D./Shy G.M. Neuromuscular disorders. Ed. Williams and Wilkins. Edition. Baltimore: 1960
- Buchthal F. Electromyography in the evaluation of muscle diseases. Methods Clin Neurophysiol 1991; 2:25-45
- Burdette BH, Gale EN. Reliability of surface electromyography of the masseteric and anterior temporal areas. Arch Oral Biol 1990; 35(9): 747-51

- Callender JM. Orthodontic application of the mandibular kinesiograph. Part 1. J Clin Orthod 1984; 18: 710-8
- Cárdenas H, Ogalde A. Relationship Between Occlusion and EMG Activity of the Masseter Muscles During Clenching at Maximal Intercuspal Position: A Comparative Study Between Prognathics and Controls. J Craniomandib Pract 2002; 20(2): 99-104
- Carlsöö S. An electromyographic study of the activity of certain suprahyoid muscles (mainly the anterior belly of digastric muscle) and the reciprocal innervations of an elevator and depressor musculature of the mandible. Acta Anat 1956; 26:81
- Carpentier P, Yung JP, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Insertions of the lateral pterygoid muscle: an anatomic study of the human temporomandibular joint. J Oral Maxillofac Surg 1988; 46: 477-82
- Casanova-Rosado JF et al. Clinical characterization of mouth opening among Mexican adolescents and young adults. J Dent Sci 2012; 7: 81-4
- Castroflorio T et al. Surface EMG of jaw elevator muscles: effect of electrode location and inter-electrode distance. J Oral Rehabil 2005a; 32: 411-7
- Castroflorio T et al. Reproducibility of surface EMG in the human masseter and anterior temporalis muscle areas. Cranio 2005b; 23(2): 130-7
- Cha BK, Kim C, Baek S. Skeletal Sagittal and Vertical Facial Types and Electromyographic Activity of the Masticatory Muscle. Angle Orthod 2007; 77(3): 463-70

- Cooper BC, Lucente FE. Craniomandibular disorders. En Management of facial, head and neck pain. Saunders, Philadelphia, PA.: Eds. Cooper BC y Lucente FE, 1989
- Cooper BC. Parameters of an Optimal Physiological State of the Masticatory System: The Results of a Survey of Practitioners Using Computerized Measurement Devices. J Craniomand Practice 2004; 22 (3): 220-33
- Daube JR. The description of motor unit potentials in electromyography. Neurology 1978; 28: 623-5
- Deguchi T, Kumai T, Garetto L. Statistics of differential Lissajous EMG for normal occlusion and Class II malocclusion. Am J Orthod Dentofac Orthop 1994; 105 (1): 42-8
- Deguchi T, Garetto LP, Sato Y, Potter RH, Roberts WE. Statistical analysis of differential lissajous EMG from normal occlusion and Class III malocclusion. Angle Orthod 1995; 65 (2): 151-60
- Ekstedt J. Human single muscle fibre action potentials. Acta Physiol Scand 1964; 61 (suppl.226): 1-91
- Eriksson PO, Eriksson A, Ringqvist M. Histochemical fibre composition of the human digastric muscle. Arch Oral Biol 1981; 26: 495-507
- Eriksson PO, Thornell LE. Histochemical and morphological muscle fibre characteristics of the human masseter, the medial pterygoid and the temporal muscles. Arch Oral Biol 1983; 28: 781-95
- Eriksson PO, Thornell LE. Relation to extrafusar fibre-type composition in muscle-spindle structure and location in the human masseter muscle. Arch Oral Biol 1987; 32: 483-91

- Eversaul GA. Clinical management of head, neck and TMJ pain and dysfunction. Philadelphia: Ed. Saunders.,1977
- Farella M, Van Eijden TMGJ, Baccini M, Michelotti A. Task-related electromyographic spectral changes in the human masseter and temporalis muscles. Eur J Oral Sci 2002; 110: 8-12
- Farella M, Bakke M, Michelotti A, Rapuano A, Martina R. Masseter thickness, endurance and exercise-induced pain in subjects with different vertical craniofacial morphology. Eur J Oral Sci 2003; 111: 183-8
- Farella M, Palla S, Erni S, Michelotti A, Gallo LM. Masticatory muscle activity during deliberately performed oral tasks. Physiol Meas 2008; 29: 1397-410
- Fawcett DW. Tratado de Histología. 11ª edition. Madrid: Ed. Interamericana, 1987
- Felício CM, Sidequersky FV, Tartaglia GM, Sforza C. Electromyographic standardized indices in healthy Brazilian young adults and data reproducibility. J Oral Rehabil 2009; 36: 577-83
- Ferrario VF, Sforza C, D'Addona A, Miani A. Reproducibility of electromyographic measures: A statistical analysis. J Oral Rehabil 1991; 18: 513-21
- Ferrario VF, Sforza C, Miani A, D'Addona A, Tartaglia G. Statistical Evaluation of Some Mandibular Reference Positions in Normal Young People. Int J Prosthodont 1992a; 5(2): 158-65
- Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Serrao G. Kinesiographic three-dimensional evaluation of mandibular border movements: A statistical study in a normal young nonpatient group. J Prosthet Dent 1992b; 68(4): 672-6

- Ferrario VF, Sforza C, Miani Jr A, D'Addona A, Barbini E. Electromyographic activity of human masticatory muscles in normal young people. Statistical evaluation of reference values for clinical applications. J Oral Rehabil 1993; 20: 271-80
- Ferrario VF, Sforza C. Coordinated electromyographic activity of the human masseter and temporalis anterior muscles during mastication. Eur J Oral Sci 1996; 104: 511-7
- Ferrario VF, Sforza C, Serrao G. The influence of crossbite on the coordinated electromyographic activity of human masticatory muscles during mastication. J Oral Rehabil 1999a; 26(7): 575-81
- Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Colombo A, Schmitz JH. The Effects of a Single Intercuspal Interference on Electromyographic Characteristics of Human Masticatory Muscles During Maximal Voluntary Teeth Clenching. J Craniomandib Pract 1999b; 17(3): 184-8
- Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscles symmetry in normo-occlusion subjects. J Oral Rehabil 2000; 27(1): 33-40
- Ferrario VF, Serrao G, Dellavia C, Caruso E, Sforza C. Relationship Between the Number of Occlusal Contacts and Masticatory Muscle Activity in Healthy Young Adults. J Craniomandib Pract 2002; 20(2): 91-8
- Ferrario VF, Sforza C, Dellavia C, Tartaglia M. Evidence of an influence of asymmetrical occlusal interferences on the activity of the esternocleidomastoid muscle. J Oral Rehabil 2003; 30: 34-40
- Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. J Oral Rehabil 2004a; 31: 18-22

- Ferrario VF, Sforza C, Zanotti G, Tartaglia GM. Maximal bite forces in healthy young adults as predicted by surface electromyography. *J Dent* 2004b; 32(6): 451-7
- Ferrario VF, Tartaglia GM, Galletta A, Grassi GP. The influence of occlusion on jaw and neck muscle activity: a surface EMG study in healthy young adults. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 341-8
- Figún ME, Garino RR. Anatomía odontológica funcional y aplicada. Buenos Aires: El Ateneo, 1986
- Fresno MJ et al. Electromyographic Evaluation of Anterior Temporal and Suprahyoid Muscles Using Habitual Methods to Determine Clinical Rest Position. *J Craniomandib Pract* 2007; 25(4): 257-63
- Fuentes AD et al. Effect of natural mediotrusive contact on electromyographic activity of jaw and cervical muscles during chewing. *Acta Odontol Scand* 2015a; 73(8): 626-32
- Fuentes AD et al. Natural mediotrusive contact: does it affect the masticatory and neck EMG activity during tooth grinding? *Cranio* 2015b; doi 10.1179/2151090315Y.0000000025
- Fukui T et al. Correlation between facial morphology, mouth opening ability, and condylar movement during opening-closing jaw movements in female adults with normal occlusion. *Eur J Orthod* 2002; 24: 327-36
- Gallagher C, Gallagher V, Whelton H, Cronin M. The normal range of mouth opening in an Irish population. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 110-6
- Galo R, Vitti M, Santos CM, Hallak JE, Regalo SC. The effect of age on the function of the masticatory system- an electromyographical analysis. *Gerodontology* 2006; 23: 177-82

- Ganong WF. Fisiología médica. 10ª edición. México D.F.: Ed. El Manual Moderno, 1986
- Geneser F. Atlas color de histología. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 1987
- Gerstner GE, Marchi F, Haerian H. Relationship between anteroposterior maxillomandibular morphology and masticatory jaw movement patterns. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 115(3): 258-66
- Gibbs CH, Mahan PE, Wilkinson TM, Mauderli A. EMG activity of the superior belly of the lateral pterygoid muscle in relation to other jaw muscles. J Prosthet Dent 1984; 51: 691
- Goldaracena P, Rey R, Martínez C. Dental caries and chewing side preference in May Indians. J Dent Res 1984; 63:182 (Abstr 106)
- Goodgold J, Ebestein A. Electrodiagnosis of neuromuscular diseases. Baltimore: Williams and Wilkins, 1972
- Granger MW, Buschang PH, Throckmorton GS, Iannaccone ST. Masticatory muscle function in patients with spinal muscular atrophy. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 115(6): 697-702
- Grant PG. Biomechanical significance of the instantaneous center of rotation: the human temporomandibular joint. J Biomech 1973; 6: 109
- Guld C, Rosenfalck A, Willison RG. Report of the committee on EMG instrumentation: Technical factors in recording electrical activity of muscle and nerve in man. Electroenceph Clin Neurophysiol 1970; 28: 399-413
- Guyton AC. Tratado de fisiología médica (7ª ed). Mexico D.F.: Ed. Interamericana 1989

- Gydikov A, Geriolovsky L, Kostov K, Gatev P. Influence of some features of the muscle structure on the potentials of motor units, recorded by means of different types of needle electrodes. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1980; 20: 299-321
- Ham AW, Cormack DH. 8^a edition. Madrid: Ed. Interamericana, 1985
- Hannam AG, McMillan AS. Internal organization in the human jaw muscles. *Critic Rev Oral Biol Med* 1994; 5(1): 55-89
- Haraldson T, Carlsson GE, Dahlström L, Jansson T. Relationship between myoelectric activity in masticatory muscles and bite force. *Scand J Dent Res* 1985; 93: 539-45
- Harper RP, De Bruin H, Burcea I. Muscle Activity During Mandibular Movements in Normal and Mandibular Retrognathic Subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1997; 55(3): 225-33
- Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand* 1977; 35(6): 297-303
- Hermens HJ, Boon KL, Zilvold G. The clinical use of surface EMG. *Medica Physica* 1986; 9:119-30
- Hirsch C, John MT, Lautenschläger C, List T. Mandibular jaw movement capacity in 10-17-yr-old children and adolescents: normative values and the influence of gender, age, and temporomandibular disorders. *Eur J Oral Sci* 2006; 114: 465-70
- Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 1975; 67(2): 125-38
- Jankelson B, Swain CS, Drane PF, Radke JK. Kinesiometric instrumentation: a new technology. *J Am Dent Assoc*. 1975; 90: 835

- Jankelson RR. Neuromuscular dental diagnosis and treatment. St Louis: Ishiyaku EuroAmericana, Inc; 1990
- Jankelson RR. Validity of surface electromyography as the “gold standard” for measuring muscle postural tonicity in TMD patients. Anthology of Craneomandibular Orthopedics Vol. II Ed. Coy 1992; 103-25
- Kang JH, Chung SC, Friction JR. Normal movements of mandible at the mandibular incisor. J Prosthet Dent 1991; 66: 687-92
- Keeling SD, Gibbs CH, Lupkiewicz SM, King GJ, Jacobson AP. Analysis of repeated-measure multicycle unilateral mastication in children. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991; 99(5), 402-8
- Kimura J. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice. 2ª edición. Philadelphia: Ed. Davis Company. 1989
- Klasser GD, Okeson JP. The clinical usefulness of surface electromyography in the diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. J Am Dent Assoc 2006; 137: 763-71
- Konchak PA, Thomas NR, Lanigan DT, Devon RM. Freeway Space Measurement Using Mandibular Kinesiograph and EMG Before and After TENS. Angle Orthod 1988; 58(4): 343-50
- Lemman JAR, Ritchie AE. Clinical electromyography. Philadelphia: Ed.J.B.Lippincott Co., 1979
- Lewin A, VanRensburgLB, Lemmer J. A method of recording the movement of a point on the jaws. J Dent Assoc S Afr 1974; 29: 395
- Lewis RP, Buschang PH, Throckmorton GS. Sex differences in mandibular movements during opening and closing. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 120: 294-303

- Liu ZJ, Yamagata K, Kasahara Y, Ito G. Electromyographic examination of jaw muscles in relation to symptoms and occlusion of patients with temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil* 1999; 26(1), 33-47
- Lobbezoo F, Huddleston Slater JJ. Variation in masticatory muscle activity during subsequent, submaximal clenching efforts. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 504-9
- Lowe AA, Takada K, Taylor LM. Muscle activity during function and its correlation with craniofacial morphology in a sample of subjects with class II, Division 1 malocclusions. *Am J Orthod* 1983; 84(3): 204-11
- Mahan PE, Wilkinson TM, Biggs CH. Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity of basic jaw positions. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 710-8
- Mao J, Stein RB, Osborn JW. The size and distribution of fiber types in jaw muscles: A review. *J Craneomandib Dis Facial Oral Pain* 1992; 6: 192-201
- Mapelli A, Galante D, Lovecchio N, Sforza C, Ferrario VF. Translation and rotation movements of the mandible during mouth opening and closing. *Clin Anat* 2009; 22(3): 311-8
- Marín JM. Las funciones normales. *Ortod Esp* 1992; 33(supl.): 73-9
- Martín C, Alarcón JA, Palma JC. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 118(5): 541-8
- Martín C, Alarcón JA. Diagnóstico neuromuscular en ortodoncia. En: Echarri P. Diagnóstico en ortodoncia. 2001: 325-43

- Martinez-Gomis J et al. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. Arch Oral Biol 2009; 54: 101-7
- McConail MA, Basmajian JV. Muscles and Movements: A Basis for Human Kinesiology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1969
- McDevitt WE. Functional anatomy of the masticatory system. London: Wright, 1989
- McKeon B, Gandevia S, Burke D. Absence of somatotopic projection of muscle afferents onto motoneurons of some muscle. J Neurophysiol 1984; 51: 185-93
- McKinnon P, Morris J. Oxford textbook of functional anatomy. Vol 3, Head and Neck. Oxford University Press, 1990
- McMinn RM, Hatchings RT, Logan BM. Head and Neck Anatomy. Chicago: Ed. Yearbook Medical Publishers, 1981
- McNeill C. Fundamental treatment goals. In: McNeill C, ed. Science and Practice of Occlusion. Carol Stream, IL, USA: Quintessence Publishing Co.; 1997: 306-22
- Michelotti A, Farella M, Vollaro S, Martina R. Mandibular rest position and electrical activity of the masticatory muscles. J Prosthet Dent 1997; 78(1): 48-53
- Michler L. Graphic assessment of natural mandibular movements. J Craniomand Disord 1987, 1(2), 97-114
- Miller AJ, Vagervik K, Phillips D. Neuromuscular adaptation of craniofacial muscles to altered oral sensation. Am J Orthod 1985; 87: 303

- Miller AJ, Farias M. Histochemical and electromyographic analysis of craniomandibular muscle in the Rhesus monkey, *Macacca mulatta*. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 46:767
- Miller AJ. Craneomandibular muscles: Their role in function and form. Boca Raton. Ann Arbor: CRC Press, Inc., 1991
- Miralles R et al. Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types. *Angle Orthod* 1991; 61(4): 277-84
- Miyamoto K, Yamada K, Ishizuka Y, Morimoto N, Tanne K. Masseter muscle activity during the whole day in young adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 394-8
- Miyamoto et al. Masseter muscle activity during the whole day in children and young adults. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 858-64
- Monaco A, Cattaneo R, Spadaro A, Giannoni M. Surface electromyography pattern of human swallowing. *BMC Oral Health* 2008; 8:6
- Moreno JP. Variaciones del cefalograma de Steiner en las telerradiografías asimétricas. SEDO. Libro De Actas, Vol XIII 1967
- Moreno I, Sánchez T, Ardizzone I, Aneiros F, Celemín A. Electromyographic comparisons between clenching, swallowing and chewing in jaw muscles with varying occlusal parameters. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008; 13(3): E207-13
- Moss JP. Function fact or fiction? *Am J Orthod* 1975; 67: 625-46
- Muhl ZF, Grimm AF. Isometric length-tension sarcomere relations in an oral muscle. *Fed Procl* 1977; 36: 585

- Munro RR. Coordination of activity of the two bellies of the digastric muscle in basic jaw movements. J Dent Res 1972; 51: 1663-7
- Mushimoto E, Mitani H. Bilateral coordination pattern of masticatory muscle activities during chewing in normal subjects. J Prosthet Dent 1982; 48(2): 191-7
- Naeije M, McCarroll RS, Weijs WA. Electromyographic activity of the human masticatory muscles during submaximal clenching in the inter-cuspal position. J Oral Rehabil 1989; 16(1): 63-70
- Nakakawaji K, Kodachi K, Sakamoto T, Harazaki M, Isshiki Y. Correlation between facial patterns and function of the masticatory muscles in girls and women. Bull Tokyo Dent Coll 2002; 43(2): 51-9
- Neill DJ, Howell PGT. Computerized kinesiography in the study of mastication in dentate subjects. J Prosthetic Dent 1986; 55(5), 629-38
- Netter FH. Atlas de Anatomía Humana. 4ª Edición. Barcelona: Ed. Masson, 2007
- Nickel JC, Iwasaki LR, Walker RD, Mclachlan KR, McCall WD Jr. Human masticatory muscle forces during static biting. J Dent Res 2003; 82: 212-7
- Nielsen I, Miller AJ. Response patterns of craniomandibular muscles with and without alterations in sensory feedback. J Prosthet Dent 1988; 59(3): 352-62
- Okeson JP. Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares. (5ª edición). Madrid: Ed. Mosby, Elsevier Imprint, 2003
- Otten E. Concepts and models of functional architecture in skeletal muscle. Exer Sport Sci Rev 1988; 16: 89-137

- Padykula HA, Hernan E. The specificity of the histochemical method for adenosine triphosphatase. *J Histochem Cytochem* 1955; 3: 170
- Palinkas M et al. Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol* 2010; 55: 797-802
- Pancherz H. Temporal and masseter muscle activity in children and adults with normal occlusion. An electromyographic investigation. *Acta Odontol Scand* 1980a; 38: 343-8
- Pancherz H. Activity of the temporal and masseter muscles in Class II, division 1 malocclusions. *Am J Orthod* 1980b; 77: 679-88
- Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod* 1960; 46(5): 330-57
- Rilo B, Santana U, Mora MJ, Cadarso CM. Myoelectrical activity of clinical rest position and jaw muscle activity in young adults. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 735-40
- Ringvist, M. Fiber types in human masticatory muscles. Relation to function. *Scand J Dent Res* 1974; 82(4), 333-55
- Ringvist M, Ringqvist Y, Eriksson PO, Thornell LE. Histochemical fibre type profile in the human masseter muscle. *J Neurol Sci* 1982; 53: 273-82
- Rodrigues KA, Ferreira LP. Masseter Muscles Electromyography Study of individuals with and without malocclusion during dental clenching. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 2004; 44(5): 271-5
- Rosenfalck P. Intra and extracellular potential fields of active nerve and muscle fibers. A physico-mathematical analysis of different models. Thesis, Copenhagen: Akademisk Forlag 1969

- Rugh JD, Drago CJ. Vertical dimension: a study of clinical rest position and jaw muscle activity. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 670-5
- Saifuddin M, Miyamoto K, Ueda HM, Shikata N, Tanne K. An electromyographic evaluation of the bilateral symmetry and nature of masticatory muscle activity in jaw deformity patients during normal daily activities. *J Oral Rehabil* 2003; 30:578-86
- Saitoh I, Hayasaki H, Iwase Y, Nakata M. Improvement in jaw motion following treatment of unilateral crossbite in a child with primary dentition: a case report. *J Craniomandib Pract* 2002; 20(2) ,129-34
- Sato Y, Shimada K, Ezue H, Sato T. Analysis of the tendinous in human masticatory muscles. *Acta Anat* 1992; 143: 205-210.
- Sciote JJ, Morris TJ. Skeletal muscle function and fibre types: the relationship between occlusal function and the phenotype of jaw-closing muscles in human. *J Orthod* 2000; 27: 15-30
- Scopel V, Alves da Costa GS, Urias D. An Electromyographic Study of Masseter and Anterior Temporalis Muscles in Extra-Articular Myogenous TMJ Pain Patients Compared to an Asymptomatic and Normal Population. *J Craniomandib Pract* 2005; 23(3): 194-203
- Sgobbi de Faria CR, Bérzin F. Electromyographic study of the temporal, masseter and suprahyoid muscles in the mandibular rest position. *J Oral Rehabil* 1998; 25 (10): 776-80
- Sierpinska T et al. Effect of the dental arches morphology on the masticatory muscles activities in normal occlusion young adults. *Cranio* 2015; 33(2): 134-41
- Silver IA. Other electrodes. *Electronic Apparatus for biological research*. London: Butterworth: Donaldson P., 1958

- Silverthorn DU. Fisiología Humana. Un enfoque integrado (6ª edición). México: Ed. Médica Panamericana, 2014
- Simoneau JA et al. Inheritance of human skeletal muscle and anaerobic capacity adaptation to high-intensity intermittent training. *Int J Sports Med* 1986; 7:167-71
- Siriawat PP, Jarabak JR. Malocclusion and facial morphology is there a relationship? An epidemiologic study. *Angle Orthod* 1985; 55: 127-38
- Smith AM. The co-activation of antagonistic muscle. *Can J Physiol Pharmacol* 1981; 59: 733-47
- Stalberg E, Trontelj J. Single fibre electromyography. Old Working. Surrey: The Miraville Press Limited, 1979
- Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 1953; 39(10): 729-55
- Suvinen TI, Reade PC, Könönen M, Kempainen P. Vertical jaw separation and masseter muscle electromyographic activity: a comparative study between asymptomatic controls & patients with temporomandibular pain & dysfunction. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 765-72
- Suvinen TI, Kempainen P. Review of clinical EMG studies related to muscle and occlusal factors in healthy and TMD subjects. *J Oral Rehabil* 2007; 34(9): 631-44
- Takada K, Yashiro K, Sorihashi Y, Morimoto T, Sakuda M. Tongue, Jaw, and Lip Muscle Activity and Jaw Movement during Experimental Chewing Efforts in Man. *J Dent Res* 1996; 75(8): 1598-1606

- Tartaglia GM, Testori T, Pallavera A, Marelli B, Sforza C. Electromyographic analysis of masticatory and neck muscles in subjects with natural dentition, teeth-supported and implant-supported prostheses. Clin Oral Implants Res 2008; 19: 1081-8
- Tate GS, Throckmorton GS, Ellis E, Sinn DP, Blackwood DJ. Estimated masticatory forces in patients before orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg 1994; 52(2): 130-6
- Tecco S, Caputi S, Festa F. Electromyographic activity of masticatory, neck and trunk muscles of subjects with different skeletal facial morphology- a cross-sectional evaluation. J Oral Rehabil 2007a; 34: 478-86
- Tecco S, Caputi S, Tete S, Orsini G, Festa F. Electromyographic Activity of Masticatory, Neck and Trunk Muscles of Subjects with Different Mandibular Divergence. Angle Orthod 2007b; 77(2): 260-5
- Testut L, Latarjet A. Tratado de anatomía humana. Tomo I. 9ª edición. Barcelona: Ed. Salvat Editores, 1986
- Throckmorton GS, Dean JS. The relationship between jaw-muscle mechanical advantage and activity levels during isometric bites in humans. Arch Oral Biol 1994; 39: 429-37
- Throckmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H, Pinto AS. Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001, 120(5): 521-9
- Tonndorf ML, Sasaki K, Hannam AG. Single wire recording of regional activity in the human masseter muscle. Brain Res Bull 1989; 23: 155-9
- Trulsson M. Sensory-motor function of human periodontal mechanoreceptors. J Oral Rehabil 2006; 33: 262-73

- Tuxen A, Bakke M, Kenrad B. Histochemical characterization of masseter muscle fibres in a biopsy study of normal young women. Arch Oral Biol 1992; 37: 889-93
- Tuxen A, Bakke M, Pinholt EM. Comparative data from young men and women on masseter muscle fibres, function and facial morphology. Arch Oral Biol 1999; 44: 509-18
- Ueda HM, Ishizuka Y, Miyamoto K, Morimoto N, Tanne K. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. Angle Orthod 1998; 68(3): 233-8
- Ueda HM, Miyamoto K, Saifuddin MD, Ishizuka Y, Tanne K. Masticatory muscle activity in children and adults with different facial types. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 118(1): 63-8
- Van der Bilt A, Tekamp FA, van der Glas HW, Abbink JH. Bite force and electromyography during maximum unilateral and bilateral clenching. Eur J Oral Sci 2008; 116: 217-22
- Van der Glas HW, Lobbezoo F, van der Bilt A, Bosman F. Influence of the thickness of soft tissues overlying human masseter and temporalis muscles on the electromyographic maximal voluntary contraction level. Eur J Oral Sci 1996; 104 (2): 87-95
- Visser A, McCarroll RS, Oosting J, Naeije M. Masticatory electromyographic activity in healthy young adults and myogenous craniomandibular disorder patients. J Oral Rehabil 1994; 21: 67-76
- Vitti M, Basmajian JV. Integrated actions of masticatory muscles: simultaneous EMG from eight intramuscular electrodes. Anat Rec 1977; 187(2): 173-89

- Walton JN. The electromyogram in myopathy: Analysis with the audio-frequency spectrometer. J Neurosurg Psychiatry 1952; 15: 219-26
- Wang XR, Zhang Y, Xing N, Xu YF, Wang MQ. Stable tooth contacts in intercuspal occlusion makes for utilities of the jaw elevators during maximal voluntary clenching. J Oral Rehabil 2013; 40: 319-28
- Watanabe K. The relationship between dentofacial morphology and the isometric jaw-opening and closing muscle function as evaluated by electromyography. J Oral Rehabil 2000, 27: 639-45
- Widmalm SE, Lillie JH, Ash MM. Anatomical and electromyographic studies of the digastric muscle. J Oral Rehabil 1987; 15: 3-21
- Wiechers DO, Blood JP, Stow RW. EMG needle electrodes: electrical impedance. Arch Phys Med Rehabil 1979; 60: 364-9
- Wieczorek A, Loster JE. Activity of the masticatory muscles and occlusal contacts in young adults with and without orthodontic treatment. BMC Oral Health 2015; 15:116
- Wilding RJC, Adams LP, Lewin A. Absence of association between preferred chewing side and its area of functional occlusal contact in the human dentition. Arch Oral Biol 1992; 37 (5): 423-8
- Wilding RJC. The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. Arch Oral Biol 1993; 38 (7): 589-96
- Williams PL, Warwick R. Gray Anatomía. Tomo I. Madrid: Ed. Alhambra Longman, 1992
- Wood WW. A review of masticatory muscle function. J Prosthet Dent 1987; 57(2): 222-32.

- Wozniak K, Piatkowska D, Lipski M, Mehr K. Surface electromyography in orthodontics- a literature review. *Med Sci Monit* 2013; 19: 416-23
- Yao KT, Lin CC, Hung CH. Maximum mouth opening of ethnic Chinese in Taiwan. *J Dent Sci* 2009; 4(1): 40-4

